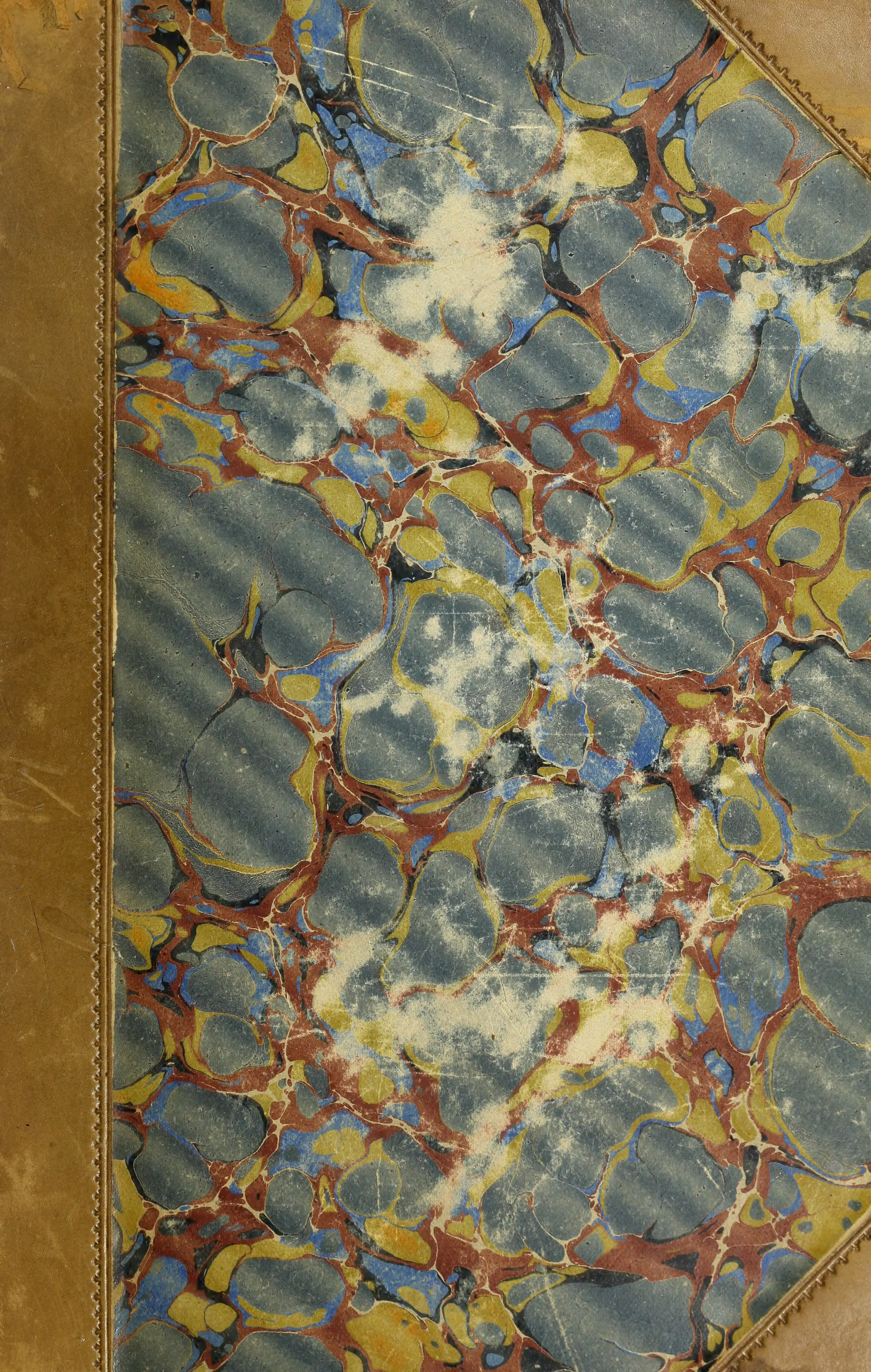


64e ANNÉE. — VIIe SÉRIE. T. XIX. N° 1

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SEPTIÈME SÉRIE



BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. PH. VAN TIEGHEM

TOME XIX. — N° 1

(Commencement de l'abonnement aux tomes XIX et XX.)

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain
1894

PARIS, 30 FR. — DÉPARTEMENTS ET ÉTRANGER, 32 FR.
Ce cahier a été publié en mai 1894.
Les *Annales des sciences naturelles* paraissent par cahiers mensuels.

Conditions de la publication des Annales des sciences naturelles

SEPTIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

Publiée sous la direction de M. PH. VAN TIEGHEM.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes XVII et XVIII sont complets.

ZOOLOGIE

Publiée sous la direction de M. A. MILNE-EDWARDS.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes XIV et XV sont complets.

Prix de l'abonnement à 2 volumes :

Paris : 30 francs. — Départements et Union postale : 32 francs.

ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

Dirigées, pour la partie géologique, par M. HÉBERT, et pour la partie paléontologique, par M. A. MILNE-EDWARDS.

L'abonnement est fait pour un volume d'environ 300 pages, publié en plusieurs fascicules dans le courant d'une année.

Prix du volume :

Paris : 15 fr. — Départements : 16 fr. — Union postale : 17 fr.

Le tome XXII est publié.

Prix des collections.

PREMIÈRE SÉRIE (Zoologie et Botanique réunies), 30 vol.		(*Rare.*)
DEUXIÈME SÉRIE (1834-1843).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
TROISIÈME SÉRIE (1844-1853).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
QUATRIÈME SÉRIE (1854-1863).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
CINQUIÈME SÉRIE (1864-1873).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
SIXIÈME SÉRIE (1874 à 1885).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
GÉOLOGIE, 22 volumes.		330 fr.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SEPTIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

CORBEIL. — IMPRIMERIE CRÉTÉ.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SEPTIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. PH. VAN TIEGHEM

TOME DIX-NEUVIÈME



PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain

1894

RECHERCHES
SUR LA STRUCTURE ET LES AFFINITÉS
DES
TÉRÉBINTHACÉES

Par M. FERNAND JADIN.

> On pourrait donc — et on devrait — scruter les caractères anatomiques d'espèce en espèce, de genre en genre, comme cela s'est fait pour les organes visibles à l'œil nu ou à la loupe. A. DE CANDOLLE.
> (*La Phytographie*, 1880, p. 230.)

> Les détails anatomiques sont des faits comme d'autres, et il n'y a pas de raison pour les négliger.
> (*Idem*, p. 232.)

INTRODUCTION

Il serait peut-être difficile de trouver dans la série des Dicotylédones un groupe de l'importance de celui des Térébinthacées (1) ayant fourni matière à plus de travaux et à plus de discussions.

Pourtant, malgré toutes les publications dont cette famille a été l'objet, l'accord est loin d'être fait et les opinions sont encore très divergentes.

Si l'on essaie de se rendre compte des idées des auteurs modernes au sujet des limites de cette famille et de son existence même, on s'aperçoit qu'il règne actuellement trois opinions différentes.

Pour les uns, les Térébinthacées ont bien la valeur d'une famille ; parmi ceux-ci nous citerons : Triana et J. E. Plan-

(1) Je comprends toujours, sous le nom de Térébinthacées, les Burséracées et les Anacardiacées des auteurs (Excl. Amyridées).

chon (1), M. Baillon (2), Le Maout et Decaisne (3), M. Van Tieghem (4), M. Trabut (5) et M. Flahault (6); mais tous ces savants ne considèrent pas cette famille de la même manière. Triana et Planchon, M. Van Tieghem, M. Trabut et M. Flahault comprennent les Térébinthacées, comme je les comprends ici, avec les Bursérées et les Anacardiées comme tribus à l'exclusion des Amyridées. Le Maout et Decaisne y font rentrer les Amyridées. M. Baillon en exclut les Amyridées, mais y place les Mappiées et les Phytocrénées à titre de tribus.

Pour d'autres, les Térébinthacées n'existent pas en tant que famille unique, mais, se basant sur la position du raphé par rapport à l'ovule, ils y distinguent deux familles : les Burséracées à ovules pendants, avec raphé interne et micropyle supère (épitropes), et les Anacardiées à ovules généralement pendants, avec raphé externe et micropyle supère (apotropes). Eichler (7) considère ces deux familles comme très voisines et les place l'une à côté de l'autre dans son ordre des Térébinthinées. M. Warming, qui tout d'abord avait accepté cette opinion (8), semble avoir modifié sa manière de voir en intercalant, dans la deuxième édition de son Traité de Botanique (9), entre les Burséracées et les Anacardiacées, les Zygophyllacées, les Simarubacées et les Ochnacées; pourtant ce savant maintient l'ordre des Térébinthinées. M. Radlkofer (10) les considère comme très voisines dans sa cohorte des

(1) Prodromus Floræ Novo-Granatensis (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, 5e série, t. XIV, 1872, p. 286).

(2) Histoire des Plantes, t. V, 1874, p. 257.

(3) Traité général de Botanique, 2e édition 1876, p. 325.

(4) Traité de Botanique, 2e édition, 1891, p. 1646.

(5) Précis de Botanique médicale. Masson, 1891, p. 111 et suivantes.

(6) Cours de Botanique (1892-1893). Morphologie florale, tabl. lithographié, n° 27.

(7) Bluthendiagramme, vol. II, 1878, p. 330, etiam Syllabus, 5e édit. 1890, p. 49.

(8) Handbogi den systematiske Botanik, 1879, p. 257.

(9) Handbuch der systematischen Botanik. 2e édit., trad. du Dr E. Knoblauch, 1890, p. 317.

(10) Ueber die Gliederung der Familie der Sapindaceen (*Sitzungs. der math. physik. Classe d. k. b. Akad. der Wissenschaften zu München*, 1890, p. 355).

Rutales, qui correspond à peu près à l'ordre des Térébinthinées et à celui des Æsculinées d'Eichler ; voici, du reste, la classification proposée par cet auteur.

COHORS. II — RUTALES.

Ovules épitropes le plus souvent.	Ovules apotropes, le plus souvent.
Rutacées.	
Cuspariées.	
Rutées.	
Diosmées.	
Boroniées.	
Zanthoxylées.	
Toddaliées.	
Aurantiées.	
Amyridées.	
Simarubacées.	
Burséracées.	Anacardiacées.
Méliacées.	Sapindacées.
	Hippocastanées.
	Acérinées.

La troisième opinion est bien différente ; elle donne à la position du raphé, par rapport à l'ovule, une importance capitale et tout à fait primordiale. Elle fait table rase de l'ordre des Térébinthinées ; elle éloigne complètement les Burséracées des Anacardiacées, les plaçant dans deux ordres distincts. C'est dans le savant ouvrage de M. M. Bentham et Hooker (1) que l'on trouve énoncée pour la première fois cette manière de voir ; pour eux, les Burséracées (incl. Amyridées) sont placées dans les *Géraniales* (Cohors VII) et les Anacardiacées dans les *Sapindales* (Cohors X). Peu de temps après la publication du *Genera*, M. Marchand (2) reprenant l'étude des deux familles, se rallie entièrement à cette manière de voir et les considère comme très distinctes. Il exclut cependant les Amyridées des Burséracées.

(1) Genera plantarum, vol. I (1862-67).

(2) (*a*) Recherches sur l'organisation des Burséracées. Paris, Baillière, 1868, 56 p. 6 pl.

(*b*) Revision du groupe des Anacardiacées. Paris, Baillière, 1869, 198 p., 3 pl.

(*c*) Histoire de l'ancien groupe des Térébinthacées. Paris, Martinet, 1869, 51 p. et 5 tab.

Enfin, M. Engler (1) qui a fait une étude approfondie de ces plantes, se range à cette manière de voir; tout en reconnaissant les nombreuses affinités qui unissent les Burséracées et les Anacardiacées, il croit devoir les placer dans deux ordres différents. Dans son *Syllabus* (2), il met les Burséracées dans son quinzième ordre (*Geraniales*), et les Anacardiacées dans son seizième ordre (*Sapindales*).

La diversité de ces opinions m'a semblé autoriser une nouvelle étude des Térébinthacées.

Toutes les idées émises jusqu'ici sont basées presque exclusivement sur la morphologie florale. Suivant les tendances de tel ou tel auteur sur la valeur qu'il faut attribuer à l'épitropie ou à l'apotropie de l'ovule, on voit réunir les Burséracées et les Anacardiacées dans une même famille, ou les rapprocher comme des familles distinctes, mais voisines, dans un même ordre, ou bien les éloigner dans deux ordres différents ;

Ces divergences semblent démontrer que, dans ce cas particulier, la morphologie florale ne peut pas fournir des caractères suffisants pour rallier tous les savants à la même opinion.

J'ai pensé qu'il serait bon de rechercher si l'anatomie pourrait ici, comme elle l'a fait ailleurs, aider à fixer la place de ces plantes, en s'ajoutant aux caractères tirés de la morphologie florale. Les points de vue qui m'ont particulièrement encouragé sont les suivants :

1° La morphologie florale n'y donne pas toujours des résultats satisfaisants.

2° La variabilité de la fleur étant extrême, cette variabilité retentit-elle sur les caractères anatomiques?

3° Les échantillons rapportés par les voyageurs sont quelquefois incomplets ; la détermination basée sur les carac-

(1) Monographiæ Phanerogamarum, prodromi nunc continuatio, nunc revisio editoribus et pro parte auctoribus A. et C De Candolle, vol. IV. *Burseraceæ et Anacardiaceæ*, auctore Engler. Paris, Masson, 1883.

(2) Syllabus der Vorlesungen über spec. und med. phar. Botanik, 1892, p. 128 et 132.

tères extérieurs n'est plus certaine alors ; on hésite non seulement sur le nom du genre, mais encore sur la famille où il faut placer la plante ;

4° Existe-t-il un caractère anatomique constant? Est-il exclusif à cette famille ?

Déjà plusieurs plantes de cette famille avaient été étudiées au point de vue anatomique.

Dès 1808, Brisseau-Mirbel (1), pour appuyer sa théorie de l'organisation végétale, décrit et figure des coupes transversales et longitudinales de quelques tiges de Térébinthacées (*Pistacia Terebinthus*, *Schinus molle*, *Rhus typhina* et *semialata*).

Bien plus tard, Lestiboudois (2), M. Trécul (3) et M. Van Tieghem (4), s'occupant de la question des canaux sécréteurs, décrivent anatomiquement plusieurs genres (*Rhus*, *Schinus*, *Pistacia*, *Spondias*). M. Marchand (5) décrit trois Burséracées appartenant aux genres *Balsamodendron et Protium.*

Jusqu'alors la question n'était étudiée qu'incidemment.

Il faut arriver aux mémoires de M. Engler pour trouver une étude ayant pour but l'anatomie comparée de ces plantes. Dans un premier mémoire (6), l'éminent professeur de Berlin s'occupe des Burséracées ; il compare la structure anatomique de ces plantes à celle des Simarubacées et des Rutacées. Plus tard, il étudie la tribu des *Rhoideæ* (7), la plus

(1) Observations sur l'origine et le développement des vaisseaux propres et du liber, insérées dans : Exposition et défense de ma théorie de l'organisation végétale. La Haye, 1808.

(2) Deuxième note sur les vaisseaux propres, etc. *C. R. Acad. Sc.*, t. LVI, 1863, p. 821.

(3) Des vaisseaux propres des Térébinthacées. *C. R. Acad. Sc.*, t. LXV, 1867, p. 17-25 etiam *Ann. Sc. Nat. Bot.*, 5e série, t. VII, 1867, p. 112-121.

(4) Mémoire sur les canaux sécréteurs des plantes. *Ann. Sc. Nat. Bot.*, 5e série, t. XVI, 1872, p. 73.

(5) *Loc. cit.* (*a*), pl. I, II, III.

(6) Studien über die Verwandtschaftsverhältnisse der Rutaceæ. Simarubaceæ und Burseraceæ (*Abhandl. d. naturf. Gesellschaft. zu Halle*, XIII, heft. 2, 1874).

(7) Ueber die morphologischen Verhältnisse und die geographische Verbreitung der Gattung *Rhus*, etc. (*Engler's Jahrbücher*, t. I, heft. 4, 1881, p. 365-426, 1 pl).

importante des Anacardiacées; sur trente genres qu'il y place, il en étudie vingt-quatre anatomiquement. Les conclusions auxquelles il arrive peuvent être ainsi résumées :

1° L'anatomie ne paraît pas pouvoir être utilisée pour déterminer les affinités des différents genres qui composent la famille des Anacardiacées.

2° La présence ou l'absence des canaux sécréteurs médullaires n'est pas une indication au sujet des affinités de ces plantes entre elles, mais se trouve directement sous l'influence des climats tropicaux et extra-tropicaux ; ce caractère ne peut servir qu'à indiquer les grandes lignes de la distribution géographique de ces plantes.

Ces études anatomiques de M. Engler sont importantes ; mais l'auteur n'a pas étudié tous les genres, car il énumère cinquante-huit genres d'Anacardiacées dans le dernier mémoire qu'il vient de publier sur cette famille (1).

En dehors de ces travaux, plusieurs auteurs se sont encore occupés de l'anatomie des plantes.

M. Mœller, à propos de son étude sur l'écorce (2), décrit quelques genres de ce groupe et cherche à les définir par les caractères différentiels qu'il trouve dans leur écorce.

Quelque temps après, M. Solereder, s'occupant de la structure du bois chez les Dicotylédones (3), étudie aussi ces plantes.

Les observations de ces auteurs portent sur un nombre trop restreint de genres pour pouvoir être acceptées définitivement. Enfin, en poursuivant une étude attentive sur les Sapindacées, M. Radlkofer a dû s'occuper de plantes, rangées avec doute, soit dans les Térébinthacées, soit dans les Sapindacées. J'aurai lieu, dans le cours de ce mémoire, de mentionner les résultats obtenus par le professeur de Munich et publiés par lui dans plusieurs articles (4).

(1) Anarcadiaceæ (*Die natürlichen Pflanzenfamilien*, III, 5, p. 138-178, 1893).
(2) Anatomie dem Baumrinden, 1882, p. 304.
(3) Ueber den systemat. d. Werth der Holzstructur. b. Dikot. (Thèse 1885, p. 94 et 106).
(4) Ces articles ont été publiés dans : *Sitzungsberichte d. math.-physik. Cl. d. k. b. Akad. Wissench. zu München.*

Le résumé historique que je viens de donner pose le problème à résoudre.

Malgré le désir que j'avais d'étudier le pétiole, la feuille et la tige de ces plantes, j'ai dû, en raison de la difficulté que j'ai eue à me procurer les matériaux nécessaires, limiter mes observations à la tige. Il importait avant tout, en effet, non pas d'étudier tous les organes d'un certain nombre de genres et d'espèces, mais, après avoir discerné les caractères importants, il fallait les reconnaître sur le plus grand nombre d'espèces possible ; voilà pourquoi j'ai cherché à me procurer tous les genres connus et à réaliser ainsi une étude plus complète que toutes les précédentes.

Afin d'augmenter les éléments de bonne comparaison, je me suis astreint, autant que faire se pouvait, à n'étudier que des tiges d'un an. C'est une condition nécessaire pour rendre les observations comparables ; de plus, ce sont celles qui se rencontrent le plus généralement dans les herbiers.

J'ai divisé mon travail en deux parties principales :

1° Partie générale.

2° Partie spéciale.

Dans la première partie, j'énumère les caractères de la famille des Térébinthacées (Bursérées et Anacardiées). Je discute l'opinion de ceux qui scindent la famille et éloignent les deux tribus ; j'expose enfin les raisons pour lesquelles je me range à l'avis de ceux qui réunissent les Burséracées aux Anacardiacées, et je propose comme criterium un caractère anatomique commun à tous les genres étudiés.

Dans la seconde partie, j'expose très brièvement mes observations, en prenant dans chaque subdivision un genre comme type et en groupant les autres autour de ce type (1).

(1) Pour de plus amples détails on pourra se reporter au mémoire dont celui-ci est le résumé. F. Jadin : Contribution à l'étude des Térébinthacées, 8°, 100 p., 44 fig., Montpellier, 1894.

PARTIE GÉNÉRALE.

Avant d'entrer dans la discussion de la valeur qu'il faut attribuer à la position de l'ovule chez les Térébinthacées, je crois nécessaire de rappeler ici les caractères qui permettent de distinguer les plantes de cette famille.

Port. — Les Térébinthacées ont toujours le même port. Toutes sont des plantes ligneuses, le plus souvent des arbres. quelquefois des arbustes.

Elles ont toutes un *air de famille* qui frappe dès le premier examen. A ce point de vue, on ne peut trouver de différence entre les Burserées et les Anacardiées.

Quel que soit le peu d'importance qu'on accorde à ce caractère, je pense qu'il faut le retenir.

Les feuilles sont composées-pennées, quelquefois simples (certains *Protium*, les *Anacardium*, *Semecarpus*, etc.). Elles sont toujours dépourvues de stipules, alternes, rarement opposées (*Bouea*).

Toutes ces plantes sont susceptibles de sécréter une matière résineuse ; je reviendrai plus loin sur ce caractère et sur l'importance que je crois devoir lui attribuer.

Distribution géographique. — Les Térébinthacées sont répandues dans les régions tropicales et subtropicales ; quelques-unes, en très petit nombre, sont méditerranéennes. Dans ce dernier cas on observe un port désertique ; les folioles se réduisent, deviennent petites ; les rameaux qui les portent se raccourcissent et se terminent souvent en épines (*Commiphora abyssinica*. *Rhus oxyacantha*).

Les Térébinthacées sont réparties dans toutes les régions tropicales ; l'Amérique, l'Asie, l'Afrique, l'Océanie comptent de nombreuses espèces. Les espèces d'un même genre sont généralement répandues dans plusieurs contrées ; quelques genres sont confinés dans telle ou telle contrée. Les *Bursera*, *Thyrsodium*, *Mauria* sont américains ; les *Santiria*, océaniens ; les *Mangifera*, asiatiques ; les *Sclerocarya*, africains.

En Europe on ne trouve que quelques espèces des genres *Pistacia* et *Rhus ;* elles sont toutes confinées sur les bords de la Méditerranée.

Inflorescence. — Fleur. — L'inflorescence est une grappe simple ou composée.

Les fleurs ne sont jamais brillantes, elles sont presque toujours petites. Elles sont généralement actinomorphes ; pourtant elles deviennent quelquefois zygomorphes. La zygomorphie est alors oblique (*Anacardium* (fig. 1), *Mangifera*).

La fleur répond normalement à la formule suivante : (fig. 2).

$$5\,S + 5\,P + 5 + 5\,E + 5\,C$$

Mais elle varie beaucoup.

Généralement hermaphrodite, la fleur est souvent unisexuée. Il y a alors suivant les cas, monœcie ou diœcie. Les fleurs se serrant, restant petites, réduisant même leur périanthe ; la corolle manque dans les *Pistacia* par exemple, où certains auteurs ne retrouvent plus toutes les pièces du calice. La fleur femelle du *Dobinea* est toujours dépourvue de périanthe.

Les sépales ont en général une préfloraison imbriquée; mais s'ils deviennent très petits, ils sont valvaires. Il en est de même pour la corolle. Les pièces du calice sont plus ou moins concrescentes ; chez les *Gluta* la concrescence est telle qu'à l'épanouissement de la fleur il y a déchirure du calice.

L'androcée comprend normalement deux verticilles d'étamines ; souvent l'un des deux verticilles avorte, quelquefois, mais plus rarement, il y a deux verticilles supplémentaires. Les *Sclerocarya* ont quinze étamines en trois verticilles. Les *Melanorrhœa* sont ou bien avec un seul verticille (section Pentandræ, fig. 5) ou bien avec quatre ou cinq verticilles (section Pleiocyclæ, fig. 6). Les *Sorindeia* présentent les mêmes fruits que les *Melanorrhœa*.

Le nombre des verticilles staminaux ne peut donc même pas servir à distinguer un genre d'un autre genre.

La réduction du nombre des étamines est un fait plus ré-

pandu, mais guère plus important. On observe toute une gamme de variation chez les Térébinthacées. Les genres *Pentaspadon* et *Microstemon* ont les étamines épisépales transformées en staminodes : ailleurs il n'existe plus qu'un seul verticille d'étamines. On vient de voir les *Melanorrhœa* de la section Pentandræ avec cinq étamines seulement ; ce fait est constant dans plusieurs genres (*Rhus*, *Botryceras*, *Comocladia*, etc...)

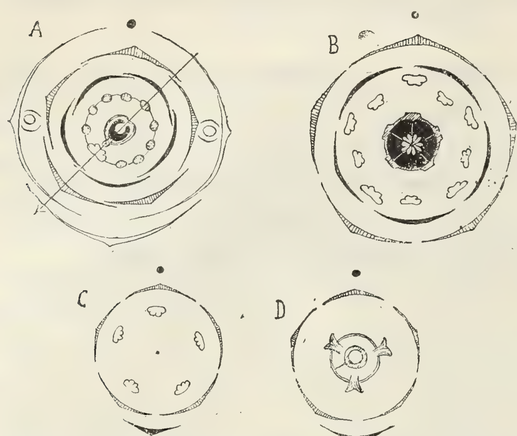


Fig. 1 (A) : *Anacardium occidentale* (d'après Eichler). — Fig. 2 (B) : *Spondias dulcis*. — Fig. 3 (C) : *Pistacia Lentiscus*, fleur mâle. — Fig. 4 (D) : *Id.*, fleur femelle.

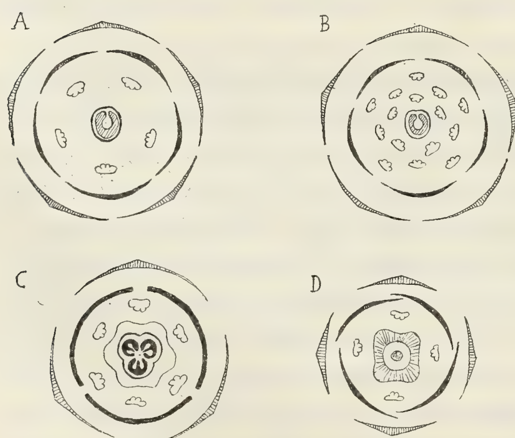


Fig. 5 (A) : *Melanorrhœa* (sec. Pentandræ). — Fig. 6 (B) : *Id.*, (sect. Pleiocyclæ). — Fig. 7 (C) : *Bursera gummifera* (d'après Baillon). — Fig 8 (D) : *Faguetia falcata* (d'après Engler).

Ces réductions ne sont pas spéciales aux Anacardiées, on les observe aussi chez les Burséréees. Dans les genres *Canarium* (fig. 9 et 10) et *Santiria*, on trouve souvent un seul verticille d'étamines.

La zygomorphie porte sur l'androcée. Les *Anacardium* ont dix étamines, dont l'une est beaucoup plus grande que les neuf autres ; elle est seule fertile. Dans les *Mangifera*, il n'y a

plus qu'un seul verticille et de ce verticille une seule étamine est développée, les quatre autres étant réduites à des staminodes.

Il est important de remarquer la tendance générale à la variabilité, tendance que manifestent les Burserées aussi bien que les Anacardiées.

Si on considère non plus le nombre de cycles floraux, mais le nombre de pièces que comprend chacun des verticilles floraux la tendance à varier n'est pas moins manifeste.

Normalement la fleur comprend cinq feuilles à chaque verticille. Or bien qu'on trouve quelquefois dix pièces à chaque verticille, souvent la fleur est tétramère (fig. 8) et la trimérie n'est pas rare.

Les variations de cet ordre se manifestent chez tous les Térébinthacées. Il ne saurait être question d'une exception pour l'une ou l'autre des tribus.

Presque partout il y a un disque nectarifère, intrastaminal. Comme il arrive le plus ordinairement, c'est sur le verticille femelle que porte le plus souvent la réduction.

Des cinq carpelles types, on ne trouve le plus généralement que trois ou deux carpelles; souvent même le gynécée est réduit à un carpelle. Beaucoup de Térébinthacées ne possèdent plus qu'un gynécée à une seule loge, soit qu'il n'y ait plus qu'un seul carpelle (*Mangifera*, *Anacardium*, etc.), soit qu'il y ait trois carpelles représentés uniquement par leur stigmate, deux carpelles ayant avorté de bonne heure. Cette réduction se retrouve aussi bien chez les Burserées que chez les Anacardiées. Ainsi, parmi les Burserées pour ne citer qu'un exemple connu, les *Canarium* possèdent des fleurs pentamères, tétramères ou trimères (fig. 9 et 10), diplostémonées ou isostémonées; le gynécée, triloculaire quelquefois,

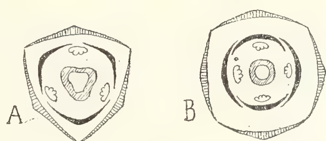


Fig. 9 (A) : *Canarium triandrum* (fleur triandre).— Fig. 10 (B) : *Id.* (fleur tétrandre) (toutes les deux d'après Engler).

est souvent uniloculaire. Il arrive alors que de la formule type on passe à celle-ci :

$$3S + 3P + 3E + 1C$$

Cette formule s'éloigne beaucoup de la précédente. Pour en saisir la signification spéciale dans ce groupe, il faut suivre toute la série des variations et se rendre bien compte de la tendance générale que l'on observe chez toutes les Térébinthacées comprises comme nous les entendons.

Nombre et position des ovules. — Chaque carpelle contient un ou deux ovules. Les Bursérées en ont généralement deux « *ovula in loculis 2 collateralia, rarissime solitaria* » (1), tandis que les Anacardiées n'ont en général qu'un seul ovule. Mais on peut observer deux ovules dans certains cas ; les *Spondias* en présentent deux dans chaque carpelle : « Dans l'angle interne de chaque cavité ovarienne se trouve un placenta qui supporte deux ovules descendants, dont l'un avorte souvent (2) ».

Du reste, s'il y a deux ovules dans chaque carpelle des Bursérées, de ces deux ovules un seul sera fécondé, *et dans les fruits de toutes les Térébinthacées on ne trouve qu'une seule graine.*

Ces ovules ont une position très variable. Ils sont insérés soit au sommet de la loge ovarienne, soit à des hauteurs diverses sur le placenta axile ; ils sont quelquefois suspendus au haut d'un funicule plus ou moins long, né du fond de la cavité carpellaire. Il est nécessaire d'ajouter que chez les plantes qu'on range dans la famille des Burséracées, et qu'avec certains auteurs je considère comme une tribu, les ovules ont leur micropyle externe et supère, le raphé étant ventral, c'est-à-dire placé du côté interne ; tandis que chez les Anacardiées, les ovules, ou, comme il arrive le plus souvent, l'ovule unique a le micropyle supère et interne, le raphé étant dorsal ou placé du côté externe.

(1) Engler, Monographiæ Phanerogamarum, etc., t. I, p. 2 (Burseraceæ).
(2) Baillon, Histoire des plantes, t. V. p. 258.

C'est du reste là le principal argument sur lequel s'appuient les auteurs qui scindent les Térébinthacées en deux groupes. Avant de discuter la valeur de ce caractère et l'importance qu'il peut avoir dans le cas particulier des Térébinthacées, je veux terminer l'exposé des caractères de ce groupe.

Fruits. — Le fruit est une drupe. Certains sont même comestibles, ce qui explique la dispersion des genres *Spondias* et *Mangifera* dans toute la région tropicale. Introduits par la culture, ils ont une tendance à devenir subspontanés.

Dans les *Anacardium*, le pédoncule continue à s'accroître après la fécondation et forme ce qu'on appelle « *la pomme d'Acajou* ». Quelquefois le fruit est ailé (*Faguetia*, *Dobinea* et quelques autres).

Dans le fruit il n'y a — sauf de très rares exceptions chez les Bursérées — qu'une seule graine.

L'embryon remplit presque complètement la graine ; l'albumen est donc nul ou très réduit. Cet embryon est droit, rarement courbe (*Anacardium*). Les cotylédons sont plans ou plissés.

Caractères anatomiques. — Des travaux anatomiques que j'ai résumés sommairement plus haut, et des observations qui forment la seconde partie de ce travail, il résulte que toutes les Térébinthacées possèdent certains caractères anatomiques communs. Toutes, *sans exception*, possèdent des canaux sécréteurs. De ces canaux sécréteurs les uns sont absolument constants, les autres variables.

Tige. — D'après mes recherches, on peut caractériser anatomiquement la tige des Térébinthacées de la manière suivante :

Le liège naît de l'assise sous-épidermique, exfoliant l'épiderme de bonne heure. L'écorce est moyennement développée. Il y a souvent des cellules scléreuses qui se développent dans cette écorce, et qui protègent les parties internes contre l'exfoliation externe. On rencontre quelquefois des cavités sécrétrices dans l'écorce ; plus rarement des canaux sécréteurs plus ou moins longs.

Les canaux sécréteurs libériens sont absolument constants; je n'ai trouvé aucune exception jusqu'ici. Les canaux sont toujours bien développés, toujours protégés par des fibres péricycliques. Ces fibres forment, ou bien des amas plus ou moins considérables, qui, en coupe transversale, ont la forme d'un croissant. S'il y a des amas fibreux isolés ainsi les uns des autres, les canaux sécréteurs libériens sont toujours protégés par ce tissu mécanique et placés à l'intérieur des croissants fibreux.

L'apparition de ces canaux sécréteurs libériens se fait de très bonne heure ; ils sont toujours d'origine schizogène.

Ceux qui naissent ainsi dans le liber primaire méritent le nom de canaux sécréteurs libériens primaires. Il y en a d'autres qui se développent dans le liber secondaire; ils sont toujours plus petits et n'affectent plus de rapports constants avec les tissus mécaniques qui se développent dans la tige.

Les canaux libériens secondaires sont souvent anastamosés entre eux.

Le liber est composé de petites cellules et de tubes criblés de diamètre très petit. Il est souvent pourvu de fibres libériennes développées çà et là, formant plus ou moins des zones concentriques dans la couche libérienne.

Le bois est composé de vaisseaux ponctués. Le tissu ligneux est constitué par des cellules à parois généralement assez épaisses.

Les rayons médullaires sont composés de cellules allongées, dans le sens du rayon ; ils sont unisériés et bisériés, rarement plurisériés. Ces cellules sont souvent amylifères ou contiennent des cristaux d'oxalate de chaux.

La moelle est composée de cellules ordinairement homogènes, souvent lignifiées. Il y a souvent des canaux sécréteurs médullaires. De même que les caractères floraux sont variables, non seulement d'un genre à l'autre, mais aussi dans un même genre, de même les caractères anatomiques tirés de la présence ou de l'absence des canaux sécréteurs

médullaires sont très variables. Le genre le plus curieux à cet égard est le genre *Rhus*. Suivant l'espèce considérée, les canaux sécréteurs médullaires sont présents ou absents. Dans une même espèce (*Rhus Toxicodendron*) on trouve ou non des canaux médullaires suivant la tige observée.

Il ne semble pas qu'il faille accorder une trop grande importance à ce caractère. Ces canaux sécréteurs sont le plus souvent anastamosés entre eux. Ils sont plus ou moins longs. Chacun de ces canaux médullaires est entouré d'une assise de cellules plus petites que les cellules ordinaires de la moelle qui permet de reconnaître leur présence, alors même que les cellules de bordure ont disparu par suite de l'état des échantillons observés. Il y a en outre, dans toutes les parties, des cellules tannifères et des cellules contenant de l'oxalate de chaux soit en cristaux simples, soit en macles.

Racine. — Le liber primaire de la racine possède également des canaux sécréteurs. Les recherches ont porté sur un nombre restreint d'espèces, car peu d'espèces sont européennes; un très petit nombre de Térébinthacées sont cultivées dans les serres, et les herbiers ne possèdent pas de racines; mais si l'on considère la généralité de la présence des canaux libériens de la tige, il y a peut-être lieu de penser que, dans la racine, la présence des canaux libériens est constante.

Dans la racine secondaire, les canaux sécréteurs libériens se multiplient dans la couche libérienne.

Le liège se forme aux dépens du péricycle; il ne produit que quelques assises d'écorce secondaire.

Le bois ni l'écorce ne possèdent de canaux sécréteurs; il n'en existe pas non plus dans la moelle. On peut donc conclure avec M. Van Tieghem que « les canaux sécréteurs de la racine des Térébinthacées sont à toute époque localisés dans le liber » (1).

Feuille. — Les faisceaux libéro-ligneux qui parcourent le pétiole et qui forment les nervures des feuilles sont partout

(1) Mémoire sur les canaux sécréteurs des plantes (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, 5e série, t. XVI, tirage à part, p. 75).

pourvus de canaux sécréteurs libériens; un canal sécréteur libérien unique se retrouve dans les plus petites nervures.

Les cotylédons eux-mêmes, si rarement pourvus des organes sécréteurs contenus dans les feuilles, présentent souvent des canaux sécréteurs. « Les Térébinthacées seules, dit M. Godfrin (1) m'ont offert quelques cotylédons où les faisceaux vasculaires contiennent dans leur partie libérienne un canal sécréteur bien conformé (*Pistacia vera*, *Semecarpus Anacardium*, *Anacardium occidentale*) ».

La feuille présente en outre un certain nombre de caractères communs : la présence de poils protecteurs unicellulaires ou pluricellulaires, la présence de poils glanduleux pédicellés, à la partie supérieure une assise de cellules palissadiformes et la face inférieure occupée par un tissu lacuneux. Ces caractères sont à peu près constants.

Je n'ai jamais trouvé de glandes sécrétrices dans le parenchyme foliaire, même parmi les Burserées dont j'ai pu examiner les feuilles. Pourtant je dois mentionner que certains auteurs ont signalé chez quelques Térébinthacées des glandes sécrétrices semblables à celles qui ponctuent les feuilles des Rutacées. M. Marchand en signale dans les feuilles de quelques *Bursera* (2) et dans celle des *Astronium* et des *Swintonia* (3); M. Baillon en fait mention dans les *Bursera* et les *Swintonia* seulement (4). Je n'ai eu de ces trois genres que des feuilles de quelques *Bursera* et d'un *Astronium* (*A. graveolens*); je n'y ai pas vu de glandes sécrétrices.

Conclusion. — Tels sont les caractères généraux des Térébinthacées. Il est facile de voir que les caractères constants sont peu nombreux.

Le port, l'absence de stipules, l'existence d'une seule graine à la maturité du fruit et la présence des canaux sécréteurs du liber primaire, toujours protégés par un arc fibreux

(1) Anatomie comparée des cotylédons (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, 6e série, t. XIX, p. 97).
(2) *Loc. cit.* (*a*) p. 31.
(3) *Loc. cit.* (*b*) p. 75, 109 et 136.
(4) Histoire des plantes, t. V. p. 310 et 317.

péricyclique continu ou discontinu, sont les seuls caractères constants. L'existence des canaux sécréteurs explique la propriété générale de ces plantes, signalée depuis longtemps, d'être *des plantes à baume*.

En dehors de ces caractères, il faut chercher un lien de parenté entre toutes ces plantes, non dans la constatation d'un caractère constant, mais dans la tendance qu'elles ont toutes à varier dans un sens déterminé. La fleur éminemment variable des Térébinthacées, doit, après les caractères énumérés plus haut, fournir les moyens de relier ces végétaux entre eux.

Discussion de la valeur qu'il faut attribuer a la position de l'ovule chez les Térébinthacées. — Payer a, le premier, fait ressortir la valeur qu'il faut attribuer à la position de l'ovule par rapport au placenta :

« La position de l'ovule, dit-il (1), par rapport au placenta, est bien plus importante à constater que leur position par rapport à l'ovaire. Celle-ci varie beaucoup dans les plantes d'un même genre, et même parfois dans la même espèce, parce qu'elle tient à ce que la loge qui se creuse au-dessous de l'ovule devient plus ou moins profonde. Celle-là, au contraire, dépend essentiellement de l'organisation, car elle indique dans quel sens se fait le mouvement anatropique. Je trouve par suite plus de ressemblance entre deux ovules qui

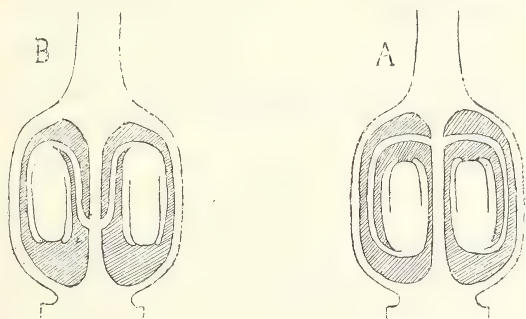
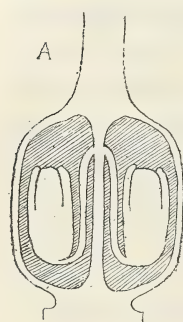


Fig. 11 (A), 12 (B) : Figures schématiques montrant les ovules apotropes : A, suspendus ; B, dressés.

(1) Traité d'organogénie comparée de la fleur. Paris 1857, p. 739.

sont, l'un dressé avec micropyle externe et raphé interne, et l'autre suspendu avec micropyle interne et raphé externe, qu'entre deux ovules, qui sont tous deux dressés, ou tous deux suspendus, mais qui ont l'un le micropyle interne et le raphé externe, l'autre le micropyle externe et le raphé interne. »

C'est en se basant sur cette observation judicieuse de Payer que certains auteurs ont scindé les Térébinthacées en deux familles. L'importance accordée à ce caractère les a conduits aussi à placer les Burséracées, qui ont deux ovules pendants à microphyle externe et à raphé interne (épitropes), dans un ordre différent de celui où ils placent les Anacardiacées qui ont un ovule suspendu à micropyle interne et à raphé externe (apotrope) (1).



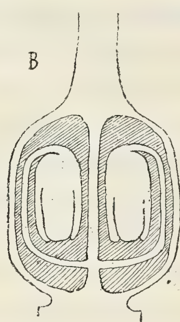


Fig. 13 (A), 14 (B): Figures schématiques montrant les ovules épitropes : A, suspendus ; B, dressés.

Position variable de l'ovule dans une même famille.— Le livre même de Payer nous fournit des observations qui le mettent en désaccord avec la thèse précédente.

L'auteur restreint beaucoup la famille des Rosacées ; il sépare les Spiræacées et les Pomacées, et les considère

(1) Les mots d'*épitrope* et d'*apotrope*, créés par M. J. G. Agardh (*Theoria Systematis plantarum*, etc. Lund, 1858, p. LXXIV) sont d'un usage si facile que je les emploierai le plus souvent dans ce qui va suivre. Les figures schématiques données ci-dessus sont destinées à bien fixer les idées. En créant ces mots, M. J. G. Agardh les explique très bien, il suffit pour s'en convaincre, de relire la phrase suivante :

« *Satis constat in eadem familia* (*Ranunculaceis, cet.*) *quin etiam in eodem genere* (*Evonymi*) *gemmulas modo pendulas, modo adscendentes inveniri ; quod si fit, tamen eodem modo peragitur evolutio : Evonymi species apotropam gemmulam habent, sive illa adscendens est, sive pendula ; ex quo fit ut in interiori adscendentis gemmulæ latere raphe sita sit, in exteriori vero pendulæ.* »

comme familles distinctes. Malgré cette restriction, on trouve dans les Rosacées admises par Payer un fait contradictoire à la thèse qu'il a énoncée.

Dans le *Geum* (pl. C, fig. 21-22), les ovules sont ascendants avec le micropyle infère et le raphé interne, tandis que les ovules des *Rosa* (pl. C, fig. 38), des *Fragaria* (pl. C, fig. 44), etc., ont le micropyle supère et le raphé interne. D'autre part, si on se rallie à l'opinion unanimement acceptée aujourd'hui, on doit rattacher à la famille des Rosacées, les Pomacées avec leurs ovules ascendants, à micropyle infère et à raphé interne, semblables à ceux du *Geum*.

Dans ce cas, rien ne peut expliquer la position variable de l'ovule : « On sait, dit M. Baillon (1), que parmi les Rosacées on observe le raphé dorsal aussi bien avec des ovules suspendus qu'avec des ovules ascendants ; et, dans cette famille, rien ne peut expliquer cette variation, quoiqu'on y ait suivi le développement des ovules à tous leurs âges. »

Est-ce la seule exception qu'il soit possible de trouver ?

Non, en dehors des Rosacées, il existe d'autres familles où la position de l'ovule varie.

« La position du raphé, par rapport au placenta, disent J.-E. Planchon et Triana (2) sur laquelle on a voulu fonder, dans de récents travaux, des caractères presque de premier ordre pour la classification, cette position du raphé offre, chez les Guttifères-Clusiées, des divergences frappantes, même chez des genres d'ailleurs contigus, et avec des ovules également suspendus dans la loge carpellaire. Chez l'*Havetia*, le hile est au-dessous du micropyle et le raphé introrse ; chez le *Pilosperma*, le hile est au-dessus du micropyle et le raphé extrorse. Dans ce dernier cas, l'ovule est évidemment résupiné. »

Dans les Renonculacées, le genre *Callianthemum* présente un ovule anatrope, suspendu, avec le micropyle externe

(1) Mémoire sur la famille des Renonculacées (*Adansonia*, t. IV, p. 22).
(2) Sur la famille des Guttifères (*Bull. Soc. Bot. de France*, t. VIII, 1861, p. 28).

et le raphé interne, tandis que toutes les autres plantes de cette famille ont des ovules suspendus avec le micropyle externe et le raphé interne. Dans ce cas particulier, M. Baillon (1) a expliqué qu'il y avait primitivement deux ovules, dont l'un avorte après avoir forcé l'ovule qui se développe à subir un accroissement tel que le raphé devient interne et le micropyle supère et externe. Mais un peu plus loin, le même auteur ajoute à propos du genre *Hydrastis*, qui présente deux ovules superposés, l'un dressé apotrope, l'autre suspendu épitrope : « Nous sommes réduits à de simples conjectures relativement à l'évolution de l'*Hydrastis canadensis*, car cette plante n'est pas cultivée chez nous. C'est peut-être la même cause, agissant chez lui comme chez le *Callianthemum*, qui fait que ses deux ovules n'ont pas le raphé tourné dans le même sens. »

Il en est de même dans la famille des Rutacées. Qu'il y ait deux ovules seulement dans chaque carpelle ou une double série d'ovules dans les carpelles, on trouve généralement que tous les ovules sont épitropes, c'est-à-dire avec le raphé interne quand ils sont suspendus, et externes quand ils sont dressés. Cependant sans qu'on puisse en donner l'explication, les *Dictamnus*, qui ont trois ovules dans chaque loge ont deux ovules supérieurs dirigés dans le sens habituel à cette famille, tandis que l'ovule inférieur, suspendu, est apotrope.

On objectera sans doute que les deux ovules supérieurs ont gêné le développement de l'ovule inférieur, et l'ont forcé à tourner son raphé dans un sens contraire à celui qu'on observe dans la famille.

Mais alors pourquoi ce fait n'a-t-il lieu que chez les *Dictamnus?* Pourquoi dans les autres Rutacées, même lorsque les ovules sont plus nombreux, rangés en deux séries, se gênant probablement davantage, le développement des ovules a-t-il lieu toujours dans le même sens ?

(1) *Loc. cit. Adansonia*, t. IV, p. 23.

Chez les Ochnacées, dans lesquelles la plupart des genres ont des ovules ascendants apotropes, le genre *Euthemis*, que tous les auteurs rangent dans cette famille, ne possèdent-ils pas des ovules pendants et épitropes ?

Personne n'a pensé à éloigner ces diverses plantes des familles où elles sont classées, et cela est fort raisonnable. Il en résulte que dans plusieurs familles, très naturelles d'ailleurs, on trouve des ovules orientés de telles sorte qu'il n'est guère admissible de considérer la règle énoncée par Payer comme assez importante pour justifier une dislocation complète d'un groupe de plantes, ces plantes présentant d'ailleurs, entre elles, des affinités d'un autre ordre.

Position variable de l'ovule dans un même ordre. — La discussion ne doit pas se restreindre, ici, à la seule famille des Térébinthacées ; mais elle doit porter sur tout le groupe des Disciflores, tel qu'il est compris par la plupart des savants. Si, acceptant les vues de MM. Bentham et Hooker, on donne à la position de l'ovule une importance capitale, on arrive forcément, non seulement à diviser les Térébinthacées en deux familles, mais encore à les éloigner l'une de l'autre.

Pour s'en convaincre, il suffit de se remémorer la classification établie par M. Engler dans son *Syllabus*.

Voici l'ordre dans lequel il énumère les familles (1).

15e Ordre. — *Geraniales*. Familles : Geraniacées, Oxalidacées, Tropœolacées, Linacées, Érythroxylacées, Zygophyllacées, Cnéoracées, Rutacées, Simarubacées, *Burséracées*, Meliacées, Malpighiacées, Trigoniacées, Vochysiacées, Trémandracées, Polygalacées, Chailletiacées, Euphorbiacées, Callitrichacées.

16e Ordre. — *Sapindales* ou *Celastrales*. — Familles : Buxacées, Empétracées, Coriariacées, Grillacées, Limnanthacées, *Anacardiacées*, Celastracées, Aquifoliacées, Stackhousiacées, Hippocratéacées, Icacinacées, Acéracées, Hippocastanacées, Sapindacées, Mélianthacées, Balsaminacées.

(1) Engler. Syllabus 1892, p. 125 et suivantes.

17e Ordre. — *Rhamnales.* — Familles : Rhamnacées, Vitacées.

On voit combien, dans ce groupement, les deux ensembles qui composent la famille des Térébinthacées sont isolés l'un de l'autre. Il semble que les Burséracées n'ont, avec les Anacardiacées que des rapports très éloignés.

Cependant en présence des caractères énoncés plus haut, il ne me paraît pas possible de laisser ainsi ces deux groupes de plantes aussi éloignés l'un de l'autre. Il faut les rapprocher, les confondre en une seule et même famille.

Du reste, comme je l'ai déjà dit, pour arriver à les séparer ainsi, M. Engler, de même que MM. Bentham et Hooker, ont mis au premier plan le caractère tiré de la position du raphé par rapport à l'anatropie de l'ovule. Mais ces mêmes auteurs ne peuvent pas donner partout la même importance à ce caractère.

MM. Engler et Prantl (1) rangent les Marcgraviacées, les Quiinacées, les Chlœnacées, et les Théacées (Ternstrœmiacées partim), les unes à la suite des autres, dans l'ordre des Pariétales. Or, les Marcgraviacées et les Chlœnacées ont des ovules pendants épitropes ; les Quiinacées et les Théacées ont des ovules dressés ou des ovules suspendus, mais toujours apotropes. Donc les deux premières familles devraient être complètement séparées des deux dernières, si l'on donnait ici, comme on l'a fait dans les Disciflores de Bentham et Hooker, une importance primordiale à l'orientation de l'ovule par rapport au placenta.

Un exemple plus typique encore est fourni par les Ombellifères et les Cornacées. Tout le monde est d'accord pour rapprocher ces deux familles, on les considère comme très voisines l'une de l'autre. Jamais il n'a été question de les mettre dans deux ordres différents ; pourtant, les *Cornus* ont deux carpelles uniovulés, l'ovule est suspendu apotrope ; tandis que dans les Ombellifères, on trouve deux ou plu-

(1) Die natürlichen Pflanzenfamilien III, 6.

sieurs carpelles uniovulés, l'ovule est suspendu comme dans les *Cornus*, mais il est ici épitrope.

Donc en admettant qu'on scinde les Térébinthacées en deux familles, on ne doit pas les éloigner l'une de l'autre sur ce caractère.

POSITION DE L'OVULE DANS LES TÉRÉBINTHACÉES. — Voyons maintenant quelles sont les positions occupées par les ovules dans les Térébinthacées.

Je prends ici comme guide la belle monographie publiée par M. Engler (1). C'est le travail le plus complet qui ait été fait sur ce groupe.

Dans la définition qu'il donne des Burséracées on lit : *Gynaeceo 3-4 gyno, ovario 2-5 loculari libero* ; *ovulis in loculis 2 collateralibus, rarissime solitariis, axi loculi supra medium affixis, sæpissime pendulis raphe ventrali, micropyle supera.*

Donc les ovules n'ont pas une position absolument fixe. Je rappelle que je considére justement ce défaut de fixité de l'ovule comme une tendance générale des Térébinthacées ; je pense que c'est là un caractère important qui relie les Bursérées aux Anacardiées.

Dans les Bursérées, les ovules sont quelquefois fixés au sommet du carpelle. Je trouve dans les planches qui accompagnent le travail de M. Engler, des figures très instructives à ce sujet.

Le *Bursera graveolens* (pl. I, fig. 48) a deux ovules insérés tout à fait au sommet de la loge, ils sont pendants ; les raphés se touchent et ils ne sont plus ni externes, ni internes. Il en est de même pour le *Canarium brunneum* (pl. III, fig. 7).

Si nous passons aux Anacardiées, nous trouvons des faits identiques. C'est ainsi que, dans la monographie de M. Engler, l'ovule des plantes suivantes est représenté inséré au sommet de la loge : *Tapirira Marchandii* (pl. IX, fig, 8),

(1) In Monographiæ Phanerogamarum de De Candolle, t. IV.

Campnosperma Zeylanicum (pl. XI, fig. 27), *Schinus spinosus*, (pl. XIII, fig. 20), *Astronium fraxinifolium* (pl. XIV, fig. 28), *Melanochyla tomentosa* (pl. XV, fig. 22).

Dans cette position on ne peut parler d'épitropie ou d'apotropie.

J'ajoute que les genres étant presque tous tropicaux, il a été à peu près impossible de faire des observations ailleurs que sur des échantillons d'herbier ; ce sont de mauvaises conditions pour des études précises.

Des observations sur la position de l'ovule, faites dans les contrées où croissent les Térébinthacées, multiplieraient très probablement les faits en faveur de notre thèse.

Je suis loin de prétendre que la position de l'ovule par rapport au placenta soit un caractère négligeable ; c'est un caractère important, et l'observation de Payer garde toute sa valeur ; pourtant dans certains cas, je crois qu'il ne doit pas primer tous les autres caractères.

La variabilité de la position de l'ovule est bien plus grande chez les Térébinthacées que chez les Rosacées ; or, l'homogénéité de la famille des Rosacées n'a pas été discutée, pourquoi donc rompre l'autonomie des Térébinthacées sur ce caractère essentiellement variable?

Certes, la position des ovules chez les Burserées est plus fixe ; ce caractère rapproche les Térébinthacées des Simarubacées, mais c'est toute la conclusion qu'il faut en tirer.

M. Engler, dans son étude sur les Burséracées, Rutacées, Simarubacées, a écrit la phrase suivante (1) : « On doit donc indiquer comme caractère distinctif des Burséracées, les canaux sécréteurs entourés de faisceaux fibreux que nous rencontrons aussi dans une position semblable chez les Anacardiacées, mais avec lesquelles les Burséracées ont d'ailleurs seulement très peu de caractères communs ». En dehors de la position de l'ovule par rapport au placenta, je ne crois pas qu'il soit bien possible de trouver plus de carac-

(1) *Loc. cit. Abhandl. der naturf. Ges. zu Halle*, t. XIII, heft. 2, p. 142.

tères communs entre les Burséracées, les Simarubacées, et les Rutacées, qu'entre les Burséracées et les Anacardiacées.

Bien que le gynécée soit variable dans les Simarubacées, les variations n'ont plus la même direction que dans les Térébinthacées, voire dans les Bursérées. Les points de contact sont nombreux incontestablement; mais à considérer l'ensemble des variations qui se manifestent chez les Simarubacées, il ne me paraît pas qu'il y ait lieu de les rapprocher des Bursérées, du moins si on éloigne les Anacardiées de ces derniers.

En 1872, après la publication du *Genera* de Bentham et Hooker. Triana et J.-E. Planchon (1) s'exprimaient ainsi: « Nous revenons, pour le groupe des Térébinthacées, à des limites plus larges que celles dans lesquelles les autorités les plus récentes, appuyées sur l'opinion de Kunth, avaient cru devoir les renfermer. Ainsi, pour nous, les Anacardiacées et les Burséracées des auteurs, séparées uniquement par les loges unies ou biovulées, se touchent d'ailleurs par trop de points pour pouvoir former deux familles différentes ».

L'opinion de Planchon est importante ici : ce savant avait particulièrement étudié les flores tropicales ; on lui doit des travaux importants sur des familles voisines de celles des Térébinthacées, notamment sur les Simarubacées et les Connaracées. Il faut de plus se souvenir qu'il se basait le plus souvent sur les caractères tirés de la morphologie externe.

Je rappellerai encore que M. Baillon partage la même opinion.

Ces opinions contradictoires prouvent que la morphologie florale est impuissante à faire l'accord.

Les Simarubacées, qui au point de vue floral se rapprochent beaucoup des Bursérées, se rapprochent au point de vue anatomique bien plus des Anacardiées que des Bursérées. Certaines Simarubacées sont pourvues de canaux sécréteurs

(1) Prodromus floræ Novo-Granatensis, etc. (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, 5e série, t. XIV, p. 286.)

médullaires ; or je n'en ai guère rencontré que chez les Anacardiées, très rarement chez les Bursérées.

Les *Picramnia*, si voisins des Bursérées par la fleur, s'éloignent de toutes les Térébinthacées par l'absence complète de canaux sécréteurs. Du reste, les variations observées dans les carpelles et le nombre des ovules des Simarubacées ne sont pas analogues à celles observées chez les Térébinthacées. Dans les premières, il y a quelquefois quatre ovules à chaque carpelle, fait qui ne s'observe pas dans les Bursérées. Quand le nombre des ovules des Bursérées varie, c'est pour revenir à l'unité, marquant ainsi l'affinité de ce groupe avec les Anacardiées.

Conclusion. — De tout ce qui précède, nous pouvons tirer la conclusion suivante : Les nombreuses variations qui s'observent dans les fleurs des Bursérées et des Anacardiées étant de même ordre, on ne peut éloigner ces plantes les unes des autres. On ne doit pas prendre comme caractère primordial la position de l'ovule par rapport au placenta, cette position étant éminemment variable. Si les Disciflores de Bentham et Hooker ne peuvent plus être groupées sur le caractère tiré de la position du raphé par rapport à l'ovule, ou peut accepter le groupement proposé par Eichler, par exemple, qui ne rompt nullement les affinités de cet ordre et qui permet la reconstitution de la famille des Térébinthacées.

Les caractères qui font des Térébinthacées une famille naturelle sont les suivants :

1° *La présence constante de canaux sécréteurs libériens qui se montrent toujours dans la même situation respective chez toutes ces plantes, et qui ne se montrent que chez les plantes de cette famille* (1).

(1) L'importance de ce caractère anatomique n'avait pas échappé à M. Radlkofer ; l'éminent professeur de Munich l'a pris quelquefois comme une sorte de critérium. Dans la série de mémoires que cet auteur a publiés sur les Sapindacées (in *Sitzungsb. der math.-physik. Classe der K. b. Akad. der Wiss. zu München*, 1879-1888-1890) il a eu plusieurs fois à s'occuper de certaines Térébinthacées ; il n'oublie pas de citer ce caractère anatomique dans les cas douteux.

2° Les caractères tirés de l'inflorescence, de la fleur et du fruit.

L'inflorescence est presque toujours la même.

La fleur ne présente pas de caractère constant, mais on constate partout une tendance à la variation ; les variations sont toutes dirigées dans un même sens et marquent la parenté de toutes ces plantes. Chaque carpelle, qu'il soit uniovulé ou biovulé, ne contient qu'une seule graine à la maturité des fruits, ce qui tend à prouver l'origine commune de toutes ces plantes.

3° Le port et la distribution géographique qui, joints aux caractères précédents, permettent de distinguer nettement ces plantes de toutes les autres croissant dans les mêmes contrées, et fournissant comme elles des matières gommeuses ou résineuses.

Valeur du caractère anatomique. — On ne peut plus s'étonner aujourd'hui de voir présenter un caractère anatomique comme caractère primordial, surtout à propos d'une famille où la morphologie florale n'a pas donné des résultats satisfaisants.

Je rappellerai d'abord qu'un caractère devient important par son universalité ; or, j'ai pu constater ce caractère chez toutes les plantes étudiées, et de plus il n'a été observé jusqu'ici que chez les Térébinthacées. Lui refusera-t-on l'importance que je lui donne sous prétexte qu'il est anatomique?

Qu'il me soit permis de citer ici les lignes suivantes écrites par un savant qu'on ne lit peut-être pas assez ; Duval-Jouve, depuis longtemps a dit excellemment d'excellentes choses à ce sujet.

« Tout d'abord, et avant tout, dit-il (1), je prie instamment qu'on veuille bien remarquer que, dans ma pensée, il n'est

(1) Des comparaisons histotaxiques et de leur importance dans l'étude critique des espèces végétales (*Mémoire de l'Acad. des Sc. et Lettres de Montpellier*, 1871, p. 479).

point du tout question de substituer systématiquement, pour la détermination des espèces, l'examen microscopique des tissus aux indices fournis par les caractères extérieurs et apparents. Vouloir spécifier les plantes uniquement d'après les combinaisons que présentent leurs organes élémentaires, serait une prétention absurde que je repousse de toutes mes forces, attendu que ce serait méconnaître les rapports les plus naturels; ceux que fournissent les organes de reproduction, les enveloppes florales, les feuilles, l'ensemble de la fleur et le reste. *Mais dans certains cas où l'on risque de rester en état de doute, on peut et, à mon avis, on doit avoir recours à l'examen des tissus constitutifs.*»

Il ne se peut trouver d'objections contre le fait qu'un caractère général devient important, par le seul fait de sa généralité. Pour ne rappeler qu'un seul exemple : dans les Crucifères, le caractère général tiré du développement d'une fausse cloison ne prend-il pas une grande importance parce qu'il est général?

Donc si la présence exceptionnelle des canaux sécréteurs dans une famille aussi naturelle à tous égards que celle des Légumineuses, où certains genres seulement en possèdent, n'infirme en rien l'homogénéité de la famille, il n'en est pas de même chez les Térébinthacées. Au nom des mêmes principes, fort des mêmes arguments et des mêmes raisons, je considère qu'on ne peut pas, qu'on ne doit pas briser l'homogénéité des Térébinthacées d'après la position si variable des ovules dans la loge carpellaire.

Les faits suivants apportent un nouvel appui à l'opinion que je soutiens :

1° Certaines plantes ont été rapportées tantôt aux Burséřées, tantôt aux Anacardiées. Bentham et Hooker confondaient les *Thyrsodium* avec les *Garuga* dans les Burséřées; depuis M. Marchand, on range le genre *Thyrsodium* dans les Anacardiées.

2° Si M. Radlkofer a fait accepter la réunion des *Dobinea*, jusque-là placés avec doute près des *Acer*, aux Anacardiées,

n'est-ce pas surtout à cause de la présence des canaux sécréteurs libériens, les caractères tirés de la fleur venant après?

3° Le genre *Filicium*, rangé par tous les auteurs dans les Bursérées, prend place maintenant, depuis les travaux de M. Radlkofer, dans les Sapindacées. Il en est de même du genre *Ganophyllum*. Je me range à cette manière de voir.

Dans ce cas la morphologie florale montre d'une façon toute particulière son impuissance. En effet, ces deux genres étaient rangés parmi les Bursérées par tous ceux qui avaient étudié ces plantes, aussi bien par ceux qui considèrent les Burséracées comme une famille distincte que par ceux qui les considèrent comme une tribu des Térébinthacées. C'est donc parmi les Simarubacées qu'il fallait s'attendre à voir ranger les *Filicium* et *Ganophyllum*. Ils vont prendre place dans les Sapindacées.

Il serait inutile d'insister plus longtemps, je crois, sur l'importance et la légitimité du caractère que je propose comme critérium de la famille des Térébinthacées.

Comment faut-il comprendre les Térébinthacées ? — Il y a peut-être lieu de voir dans les Térébinthacées un groupe ancien (1) plus ou moins nettement relié aux Amentacées par les Juglandacées.

Je n'ai pas l'intention de démontrer point par point cette descendance; les preuves font défaut. Mais il me semble

(1) On trouve plusieurs Térébinthacées fossiles; elles appartiennent toutes aux Anacardiées. Je citerai d'après le *Traité de Paléontologie* de M. Schenck, d'après les travaux de M. Engler et d'après le livre de M. de Saporta (*Origine paléontologique des arbres*), les espèces suivantes : *Pistacia miocenica* Sap., du miocène inférieur de Marseille, ancêtre du *P. Terebinthus; Rhus abbreviata* Sap., de l'oligocène inférieur d'Aix, souche du *R. Coriaria;* le *Rhus atavia* Sap., de l'oligocène supérieur d'Armissan, qui a donné naissance au *R. semialata;* le *Rhus Naeggeranthii* O. Weber, du miocène des lignites rhénans, souche du *R. typhina*. Enfin le genre *Heterocalyx*, de l'oligocène inférieur d'Aix et du miocène moyen de Radoboj qui était développé pendant la première moitié de la période tertiaire et qui se rapproche, suivant M. Engler, du genre *Parishia*, actuellement confiné dans l'archipel malais.

pourtant qu'on peut considérer cette parenté comme vraisemblable, sinon comme probable.

M. Baillon (1) ne conteste pas « les analogies des organes de végétation des Juglandacées avec ceux des Anacardiées et Bursérées », et il nous paraît qu'Eichler a été un peu exclusif quand il a dit : « Les feuilles composées des Juglandacées et leurs qualités aromatiques sont les seuls caractères qui rapprochent cette famille des Térébinthacées » (2), de même quand il ajoute plus loin : « La structure réduite du *Pistacia* est, comme on le sait, un des principaux arguments qui existent pour permettre le rapprochement des Juglandées et des Anacardiées, mais la ressemblance est surtout spécieuse ; la grande différence gît principalement dans la structure de l'ovaire et des ovules (3). »

En effet, il faut se souvenir que plusieurs savants ont rapproché les Juglandacées des Térébinthacées ; ils se basaient pourtant sur les caractères tirés de la morphologie externe.

M. J.-G. Agardh n'a-t-il pas écrit de son côté : *Fabricam embryonis in Burseraceis et Juglandeis eamdem esse, jam apud Endlicherum memoratum video* (4). Il reconnaît aussi les affinités des Juglandacées et des Cupulifères, car il définit ainsi les Juglandacées : *Juglandaceæ sunt Cupuliferis, Gyrocarpeis et Myrobalaneis, Fraxineis et Terebinthaceis imperfecta florum evolutione aut habitu analogæ illas collaterales, Burseraceis affinitate proximæ harumque formam inferiorem constituentes* (5).

Il nous semble, et c'est l'avis de presque tous les auteurs modernes, que les Juglandacées sont voisines des Cupulifères ; les raisons invoquées pour admettre ce rapprochement sont et demeurent excellentes ; mais il nous paraît excessif de ne plus marquer et de méconnaître les analogies entre les Térébinthacées et les Juglandacées et d'éloigner

(1) *Hist. des plantes*, vol. XI, p. 404.
(2) *Blüthendiagr.*, vol. II, p. 38.
(3) *Loc. cit.*, p. 311.
(4) *Theoria Systematis plantarum*. Lund., 1858, p. 219.
(5) *Loc. cit.*, p. 218.

complètement et radicalement ces deux familles l'une de l'autre.

Cupulifères, Juglandacées et Térébinthacées ne pourraient-elles pas être considérées comme issues les unes des autres en passant par des intermédiaires qui ont disparu actuellement? Car si les Juglandacées se lient aux Cupulifères par l'unisexualité des fleurs (sans rudiment de l'autre sexe) et par l'ovaire infère, il ne faut pas oublier que par certains autres caractères, cette famille s'éloigne un peu des vraies Amentacées. L'ovule des Juglandacées est orthotrope; les Juglandacées ont des feuilles sans stipules (les vraies Amentacées ont toujours des stipules à leurs feuilles). Ce dernier caractère est commun aux Juglandacées et aux Térébinthacées. Ne peut-on les considérer, quelque peu d'importance qu'on veuille lui accorder, comme un indice de cette parenté présumée?

Certains caractères anatomiques de la tige sont communs aux deux familles:

Le liège naît des assises périphériques de l'écorce; les cellules corticales sont riches en tannin et en cristaux; collenchymateuses pour la zone externe; les parois s'amincissent dans la zone interne, en même temps que les cellules s'allongent tangentiellement. Le péricycle forme de petits amas de fibres, constituant une zone protectrice pour le liber. Le liber a bien des caractères de celui des Térébinthacées, les canaux sécréteurs seuls manquent. Le bois n'est pas très différent de celui des Térébinthacées.

Ces données sont basées sur l'étude de quatre genres de Juglandacées (*Engelhardtia*, *Carya*, *Pterocarya* et *Juglans*) la famille en comptant cinq (1).

Et de même que le genre *Engelhardtia*, ayant eu des représentants fossiles dans le tertiaire méditerranéen, est

(1) Dans les *Annales des sciences naturelles*, 7e série, vol. XVII, M. C. Houlbert a publié un travail intitulé : *Recherches sur le bois secondaire des Apétales.* L'auteur constate que le bois des Juglandacées se rapproche de celui des Cupulifères. Ce nouveau caractère, unissant les Juglandacées aux Cupulifères, n'infirme pas l'hypothèse que je formule ici.

confiné aujourd'hui dans l'Asie et l'Océanie tropicales; de même le genre fossile *Heterocalyx*, trouvé dans l'oligocène inférieur d'Aix, est très voisin du genre actuel *Parishia* genre de Térébinthacées confiné dans l'archipel malais. N'y a-t-il pas là émigration similaire, conditions d'adaptation aux mêmes climats?

Toutes ces indications me semblent permettre l'hypothèse formulée plus haut, et il serait peut-être possible de considérer les Térébinthacées comme descendant des Juglandacées, ces dernières restant cependant beaucoup plus près des Cupulifères.

Les Térébinthacées représenteraient un groupe où tous les caractères ont une tendance à la variation. J'ai rappelé précédemment les variations qui se montrent dans les fleurs; est-il utile de faire remarquer encore la variabilité qu'on peut observer dans la nervation des feuilles? Dans le genre *Rhus*, par exemple, la nervation des feuilles varie beaucoup; elle varie avec la forme des folioles, et c'est aussi l'un des genres où l'on voit varier certains caractères anatomiques de la tige; c'est le genre où les canaux sécréteurs médullaires sont très inconstants; on en trouve dans certaines espèces, ils manquent dans d'autres; dans une même espèce ils sont absents ou présents suivant qu'on examine une tige ou l'autre, ou même suivant la hauteur à laquelle on fait les coupes; et cela sans qu'on puisse trouver des raisons explicatives suffisantes. Je montre en effet plus loin (voir partie spéciale, genre *Rhus*) que les conclusions de M. Engler au sujet de l'explication qu'on a cru pouvoir en donner sont peut-être basées sur l'observation d'un trop petit nombre d'espèces; mes propres observations, qui ont porté sur un nombre plus grand d'espèces, ne confirment pas entièrement l'opinion émise par le savant professeur de Berlin, d'après laquelle la présence des canaux médullaires indiquerait les plantes tropicales, et l'absence de ces canaux des plantes extra-tropicales. Les canaux médullaires sont éminemment variables dans les espèces de ce genre de même que dans certaines

espèces des genres plus ou moins voisins; n'est-ce pas plutôt l'indication d'une parenté, d'une filiation possible entre ces genres?

Ces variations se représentent dans les parties essentielles de la fleur; aucun organe n'y échappe donc.

C'est ainsi que, dans certains genres, on voit le nombre des verticilles staminaux, généralement de deux, augmenter, comme si, peu fixées encore, les étamines marquaient ainsi leur tendance à varier beaucoup.

On pourrait croire que la fleur n'avait d'abord qu'un seul verticille d'étamines, car la fleur des *Pistacia*, *Rhus*, *Parishia* n'en possède qu'un seul, et ces genres sont justement ceux qui sont directement liés aux fossiles de l'oligocène inférieur.

La disposition relative des étamines et du périanthe n'est pas plus fixée. Les étamines sont le plus souvent indépendantes, on les trouve cependant concrescentes avec la corolle, alors gamopétale, dans les genres *Garuga*, *Thyrsodium;* ailleurs les filets s'unissent entre eux sur une hauteur plus ou moins grande (*Canarium*, *Anacardium*).

Le disque intrastaminal manque quelquefois (*Pistacia*, *Anacardium*, *Garuga*, *Thyrsodium*); mais le plus souvent il existe et l'on sait quelle fixité il aura dans les groupes voisins et mieux différenciés des Simarubacées, Rutacées, Sapindacées, Géraniacées, etc.

On sait déjà, par ce que j'ai dit précédemment, combien le gynécée varie. Souvent composé de trois carpelles, dont deux ne se développent pas complètement (Rhoïdées), il se multiplie dans d'autres cas, se fixant à cinq; mais il dépasse quelquefois ce nombre (*Pleiogynium*).

Les carpelles sont libres (*Buchanania*) ou plus ou moins concrescents (*Spondias*, *Bursera*, etc...); ces carpelles sont portés sur le pédoncule floral; le gynécée est supère, mais le pédoncule est quelquefois un peu excavé; dans un cas, le gynécée est porté sur un gynophore (*Melanorrhœa*).

Il en est de même de la position de l'ovule dans chaque

loge; cette position est très variable ; l'ovule est tantôt basilaire, tantôt suspendu au sommet de la loge. Il est souvent inséré sur les côtés de la loge ; l'insertion se fait alors à des hauteurs différentes.

Il est le plus souvent apotrope dans les Anacardiées ; cependant dans les *Spondias*, M. Baillon (1) décrit ainsi le gynécée : « Dans l'angle interne de chaque cavité ovarienne se trouve un placenta qui supporte deux ovules ascendants, dont l'un avorte souvent et dont le micropyle est primitivement dirigé en haut et en dehors. » Tout comme chez les Bursérées.

Le fruit est ordinairement une drupe, mais l'enveloppe s'allonge quelquefois en aile, tendant vers l'akène (*Dobinea*). L'embryon est gros, généralement droit, quelquefois courbe (*Anacardium*). Les cotylédons sont plans (Anacardiées) ou plissés (Bursérées).

La fleur, d'ordinaire actinomorphe, marque une certaine tendance à la zygomorphie ; elle est nettement zygomorphe dans quelques cas (*Anacardium*, *Mangifera*).

Il me semble, dès lors, qu'on pourrait considérer les Térébinthacées comme formant l'un des termes de transition entre les Amentacées d'une part, auxquelles elles seraient alliées par les Juglandacées, et les Simarubacées, Rutacées, Sapindacées d'autre part, chez lesquelles les caractères floraux auraient pris une stabilité qui manque chez les Térébinthacées.

Les Térébinthacées forment donc une famille avec deux tribus :

1° Anacardiées : à ovules apotropes ; tiges souvent pourvues de canaux sécréteurs médullaires ;

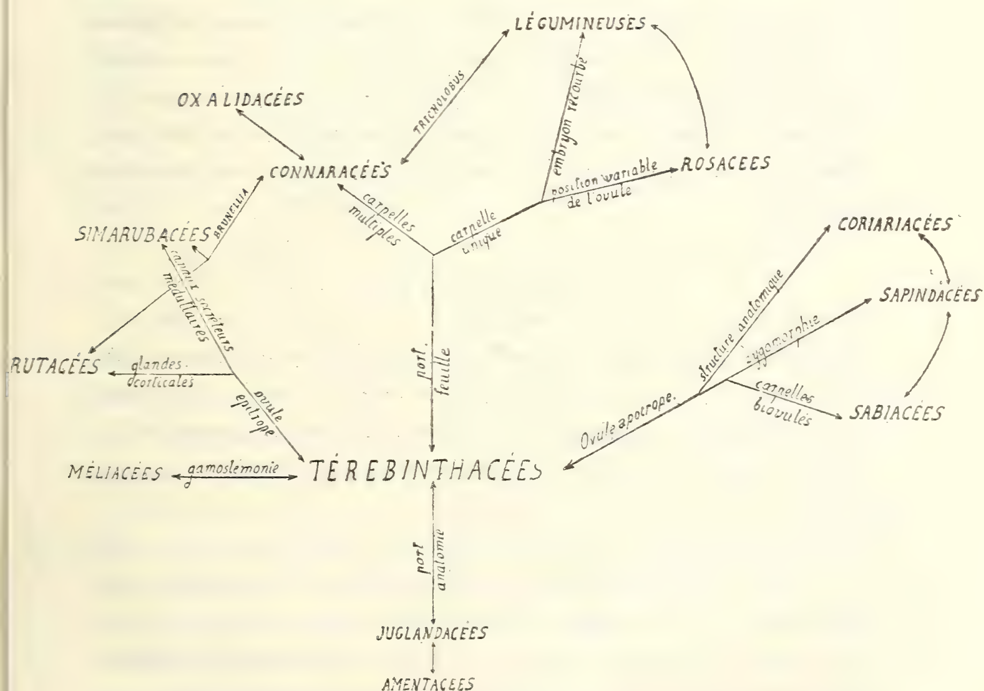
2° Bursérées : à ovules épitropes ; tiges exceptionnellement pourvues de canaux sécréteurs médullaires.

Les familles voisines des Térébinthacées gardent toutes certains caractères généraux de celles-ci, mais aucune ne présente de canaux sécréteurs libériens.

(1) *Histoire des plantes*, t. V, p. 258, fig. 261.

Les Rutacées ont les ovules épitropes des Bursérées et les glandes superficielles de quelques Térébinthacées. Les Simarubacées ont aussi les ovules épitropes des Bursérées, mais un certain nombre de genres ont les canaux médullaires des Anacardiées. Les Coriariacées ont les ovules apotropes de la plupart des Anacardiées, et si les canaux sécréteurs manquent, on y trouve pourtant une structure anatomique très voisine de celle des Térébinthacées (1). Les Sapindacées ont aussi les ovules apotropes des Anacardiées, de plus la zygomorphie de la fleur, exceptionnelle chez les Térébinthacées, se montre souvent chez elle.

TABLEAU DES AFFINITÉS DE LA FAMILLE DES TÉRÉBINTHACÉES.



Les Térébinthacées, représentées actuellement par des types variables, ne prouvent plus guère leur parenté que par

(1) Villeneuve, *Étude sur le Redoul*, Montpellier, 1893.

ce caractère d'une fixité extraordinaire, ayant seul échappé aux variations : la présence des canaux sécréteurs libériens.

Or, pour les besoins de la classification, notre esprit ne pouvant embrasser l'ensemble de toutes les filiations que nous pressentons entre toutes les espèces botaniques, nous devons accepter un caractère fixe et général pour limiter une famille. Je pense que, pour les Térébinthacées, ce caractère fixe et général ne peut être que le caractère anatomique que j'ai constaté chez toutes les plantes étudiées dans la partie spéciale qui suit.

Si l'on accepte le caractère que je propose pour délimiter la famille des Térébinthacées, on doit rejeter de cette famille la tribu des Mappiées et celle des Phytocrénées, admises par M. Baillon (1), de même que celle des Amyridées admise par Bentham et Hooker (2) et par Le Maout et Decaisne (3).

La famille des Térébinthacées doit se restreindre aux deux tribus admises plus haut : celle des Anacardiées et celle des Bursérées.

PARTIE SPÉCIALE.

Avant d'entrer dans la description du type de chaque subdivision, il est nécessaire d'indiquer brièvement quelles sont les manipulations générales qui ont été nécessaires pour les mener à bien, et quel est l'ordre suivi dans l'énumération des groupes.

Chaque fois que les échantillons me l'ont permis, j'ai fait des coupes longitudinales et tangentielles. Les coupes ont été souvent éclaircies par l'eau de Javel, afin de bien observer les places occupées par les organes sécréteurs. La nature histologique des tissus a été révélée surtout au moyen des deux méthodes suivantes :

(1) *Histoire des plantes*, vol. V, famille des Térébinthacées.
(2) *Gen. plant.*, vol. I, p. 322.
(3) *Traité général de botanique*, 2e édit., 1876, p. 327.

1° Action successive du vert de méthyle et du carmin aluné de Tangl;

2° Action simultanée de la vésuvine et de la fuchsine; ce dernier procédé donne rapidement une double coloration très nette et très élégante.

Pour la description des genres, j'ai d'abord décrit les Anacardiées, puis les Burséréees. Pour décrire les Anacardiées, j'ai conservé les divisions admises par M. Engler dans sa monographie de ces plantes (quatrième volume des Suites au *Prodrome* de De Candolle). J'ai cependant interverti l'ordre dans lequel M. Engler les a décrites.

J'ai commencé par les Rhoïdées, puis j'ai décrit successivement les Dobinéées, les Sémécarpées, les Spondiées et les Mangiférées. La description des Burserées termine ce chapitre.

Dans chacune des divisions, j'ai décrit les genres en les groupant d'après les affinités anatomiques qu'ils m'ont paru présenter entre eux; ainsi, par exemple, dans les Rhoïdées, j'ai fait trois sections :

1° Genres dépourvus de canaux médullaires dans toutes les espèces étudiées;

2° Genres comprenant certaines espèces pourvues de canaux médullaires et certaines autres sans canaux médullaires;

3° Genres pourvus de canaux médullaires dans toutes les espèces étudiées.

Comme je n'ai pu me livrer à des recherches sur toutes les espèces de chacun de ces genres, je ne prétends pas que cette division soit définitive; des recherches ultérieures pourront la modifier. J'ai agi de même pour les autres groupements admis par M. Engler.

Si j'ai accepté les genres établis par M. Engler dans sa monographie, ce n'est pas qu'ils me paraissent tous acceptables; mais on verra que l'anatomie de la tige ne présente pas généralement des caractères génériques assez nets pour infirmer l'automonie de ces genres; néanmoins pour

certains genres ces caractères anatomiques aident à éviter des confusions, et dans un cas même (celui du *Canarium*), ils permettent de circonscrire très nettement le genre.

Les genres étudiés et les genres à exclure sont énumérés à la fin, et j'indique brièvement les raisons anatomiques qui me paraissent plaider en faveur de l'exclusion de ces derniers.

TRIBU I. ANACARDIÉES.

I. Rhoïdées.

A. **Rhoïdées sans canaux sécréteurs médullaires.**

On peut prendre comme type de ce groupe le genre *Pistacia;* plusieurs espèces de ce genre sont méditerranéennes et peuvent être étudiées à l'état frais. Je résumerai de la manière suivante les caractères anatomiques de la tige de ce genre.

Le liège naît de l'assise sous-épidermique; l'écorce externe est collenchymateuse, l'écorce interne se compose de cellules allongées dans le sens tangentiel, elles sont pourvues de parois minces et cellulosiques. Toute l'écorce est riche en tannin, certaines cellules contiennent un cristal simple d'oxalate de chaux. Les arcs fibreux péricycliques sont épais de 2-3 assises de fibres, ils sont reliés entre eux par des cellules scléreuses. Chaque croissant fibreux protège un large canal sécréteur qui parcourt le liber primaire. Le liber est riche en tannin. Le bois se compose d'un tissu ligneux à parois épaisses; les vaisseaux ligneux sont peu larges, en petit nombre. Les rayons médullaires sont unisériés, à cellules allongées radialement. La moelle se compose de cellules tannifères ou contenant des cristaux octaédriques d'oxalate de chaux.

A côté des *Pistacia*, on peut ranger les Rhoïdées dans lesquelles toutes les espèces étudiées sont privées de canaux sécréteurs médullaires : *Haplorhus* Engl., *Protorhus* Engl.,

Laurophyllus Thunb., *Smodingium* E. Mey., *Loxostylis* Spreng. f., *Cotinus* Tourn., *Lithræa* Miers., *Rhodosphæra* Engl. et *Blepharocarya* F. Muell.

Le genre *Blepharocarya* a été jusqu'ici placé dans les *incertæ sedis* des Anacardiacées ; il me paraît probable que, par la structure anatomique de la tige aussi bien que par la constitution de la fleur, ce genre doit prendre place parmi les Rhoïdées, tout au voisinage des *Rhus*.

B. **Rhoïdées avec ou sans canaux sécréteurs médullaires.**

Le genre *Rhus* peut être pris comme type de cette section.

L'anatomie de la tige se rapproche beaucoup de celle des *Pistacia ;* seulement, suivant les espèces, on trouve ou non des canaux sécréteurs situés à la périphérie de la moelle. Quand les canaux sécréteurs médullaires existent, ils s'anastomosent très souvent entre eux comme le montre la figure 15, par exemple.

M. Trécul a signalé depuis longtemps (1), et j'ai déjà confirmé l'observation de ce savant (2), que dans certaines espèces les canaux sécréteurs médullaires peuvent exister ou faire défaut suivant les tiges observées. L'espèce la plus remarquable à cet effet est le *Rhus Toxicodendron*.

J'ai cherché depuis à me rendre compte si l'âge, si l'époque du développement des rameaux, ou si le climat sous lequel s'était développée la tige étaient en relation avec l'existence ou l'absence des canaux sécréteurs médullaires du *R. Toxicodendron*.

Je suis arrivé à un résultat absolument négatif. J'ai trouvé des tiges qui présentaient ou non des canaux médullaires, comme le signale M. Trécul : j'ai même trouvé des tiges absolument privées de canaux médullaires, à quelque hau-

(1) Des vaisseaux propres des Térébinthacées (*C. R. Acad. Sc.*, t. LXV, 1867, p. 17-25, et *Ann. Sc. nat. Bot.*, 5e série, t. VII, 1867, p. 112-121).

(2) *Les organes sécréteurs des végétaux et la matière médicale*. Montpellier, 1888, p. 15.

teur que fût faite la coupe (1); cependant, chaque fois que j'ai pris soin de prélever plusieurs échantillons sur une même plante, j'obtenais une proportion bien plus forte de tiges pourvues d'organes sécréteurs médullaires que de tiges privées de ces organes. D'après mes observations, un pied de *R. Toxicodendron* étant donné, si on prélève dix échantillons différents, on trouve de 7 à 8 tiges pourvues

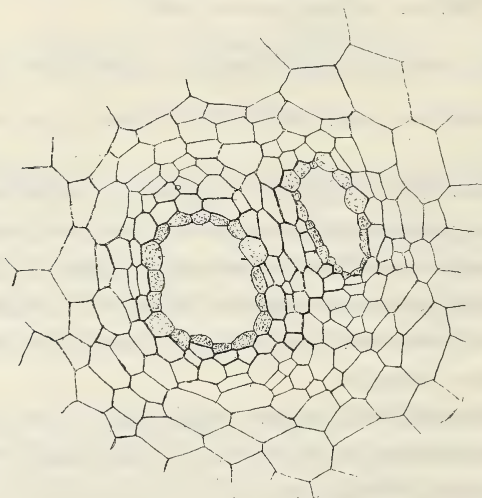


Fig. 15. *Rhus viminalis.* Coupe transversale de la tige montrant deux canaux médullaires qui se rapprochent l'un de l'autre et vont s'anastomoser. G. = 170 env.

de canaux médullaires ; et je le répète, il ne me paraît pas possible, pour le moment du moins, d'indiquer la cause qui détermine la présence ou l'absence de ces canaux médullaires.

L'étude des espèces faite jusqu'à ce jour me semble infirmer une conclusion formulée par M. Engler. Dans son important mémoire sur les Rhoïdées, M. Engler s'exprime ainsi : « Pour me persuader de la valeur systématique des

(1) Ceci explique pourquoi ni M. Van Tieghem (*Mémoire sur les canaux sécréteurs des plantes*, 1872, tirage à part, 1er Mémoire, p. 75), ni M. Engler (*Engler's Bot. Jahr.*, vol. I, p. 390) ne signalent des canaux médullaires dans cette plante.

canaux médullaires et pour rechercher l'influence du climat tropical sur le développement des canaux sécréteurs médullaires, j'ai examiné plusieurs espèces du genre *Rhus*, qui est représenté dans les régions tropicales et extratropicales, et je suis arrivé à ce résultat très important que les espèces tropicales possèdent des canaux sécréteurs médullaires, tandis que les espèces extratropicales n'en possèdent pas. Deux espèces de la même section (Gerontogeæ) : *R. lucida* du Cap et *R. abyssinica*, se comportent différemment à cet égard (1). »

Cette conclusion de M. Engler est basée sur l'étude de six espèces de *Rhus*, à savoir : *R. Toxicodendron* L., *R. glabra* L., *R. lucida* L., *R. abyssinica* Hochst., *R. viticifolia* F. Muell. et *R. ferruginea* Teysm. Sur ces six espèces, l'auteur ne mentionne de canaux médullaires que dans le *R. abyssinica* et dans le *R. ferruginea;* toutes deux, en effet, sont tropicales, les quatre autres étant extratropicales. Mais il faut observer tout d'abord que le *R. Toxicodendron*, espèce extratropicale, peut être considéré comme pourvu de canaux médullaires, puisque j'ai le plus souvent rencontré des canaux médullaires sur les plantes étudiées.

En outre, si on dresse la liste des espèces observées jusqu'ici, en ayant soin de les classer d'après ce caractère, on voit que le climat n'influe pas toujours sur les canaux médullaires.

Voici la liste des 27 espèces que j'ai pu me procurer, dressée d'après la présence ou l'absence des canaux médullaires; j'indique pour chaque espèce le pays d'origine de l'exemplaire :

(1) Ueber die morphologischen Verhältnisse und die geographische Verbreitung der Gattung *Rhus*, wie der mit ihr verwandten, lebenden und ausgestorbenen Anacardiaceæ (*Engler's Bot. Jahr.*, vol. I, p. 395).

ESPÈCES POURVUES DE CANAUX MÉDULLAIRES.	ESPÈCES DÉPOURVUES DE CANAUX MÉDULLAIRES.
R. *succedanea* L. Ind. or. et Java.	R. *villosa* L. f. Abyssinie.
R. *Mysurensis* Heyne. Ind. or.	R. *thyrsiflora* Balf. f. Socotora.
R. *Wallichii* Hook. f. Ind. or.	R. *pentaphylla* Desf. Algérie et Maroc.
R. *hypoleuca* Champ. Hong-Kong.	R. *tomentosa* L. Cap.
R. *trichocarpa* Miq. Japon.	R. *lucida* L. Cap.
R. *semialata* Murr. Japon.	R. *angustifolia* L. Cap.
R. *retusa* Zoll. Australie.	R. *suaveolens* Ait. Amér. sept.
R. *retinorrhæa* Steud. Abyssinie.	R. *integrifolia* Engl. Amér. sept. et Jard., Lisbonne.
R. *glutinosa* Hochst. Abyssinie.	R. *Coriaria* L. Rég. médit.
R. *oxyacantha* Cav. Algérie.	
R. *glaucescens* Rich. Zanzibar.	
R. *lævigata* L. Cap.	
R. *undulata* Jacq. Cap.	
R. *viminalis* Vahl. Cap.	
R. *glauca* Desf. Cap.	
R. *Copallina* L. Amér. sept.	
R. *typhina* L. Amér. sept.	
R. *Toxicodendron* L. Amér. sept. et Jard., Montpellier.	

Il suffit d'examiner ce classement pour se rendre compte, par exemple, que, sur les sept espèces extratropicales du Cap, quatre possèdent des canaux médullaires et trois n'en possèdent pas; de même, sur cinq espèces africaines tropicales provenant d'Abyssinie, de Socotora ou de Zanzibar, on en voit trois pourvues de canaux médullaires et deux dépourvues d'organes sécréteurs médullaires.

Il serait intéressant d'étudier toutes les espèces de ce genre ; je n'ai pu me procurer que celles-là. Néanmoins, il ne me paraît plus possible, après ces résultats, d'accepter entièrement la conclusion de M. Engler. Il n'est pas impossible que le climat agisse, mais on ne peut pas conclure que c'est une espèce tropicale par la seule constatation de la présence des canaux médullaires ; d'autant plus que, si on ne se limite plus au genre *Rhus*, mais si on considère tous les genres de Térébinthacées en se plaçant à ce point de vue, on arrive à des résultats à peu près identiques.

Les genres *Protorhus* et *Haplorhus*, par exemple, sont tropicaux et manquent de canaux médullaires; nous verrons plus loin que les *Nothopegia, Bouea,* et la plupart des Bursé-

rées se composent d'espèces tropicales dépourvues de canaux sécréteurs médullaires.

Donc, je ne pense pas qu'il faille chercher un rapport constant entre la présence ou l'absence des canaux médullaires et le climat. Faut-il voir dans ces faits une relation phylogénétique, un rapport de parenté? Peut-être, mais il ne me paraît pas possible d'aller plus loin que l'hypothèse; les lacunes de nos connaissances sont encore trop nombreuses; il faudrait avoir fait une étude complète de toutes les plantes Terébinthacées, peut-être alors pourrait-on saisir ces relations. Pour le moment, on ne peut guère formuler que des hypothèses.

Autour des *Rhus* se groupent les genres suivants : *Heeria* Meis., *Comocladia* P. Browne, *Schinus* L., *Mauria* H. B. K. et *Sorindeia* P. Th.

C. **Rhoïdées pourvues de canaux médullaires.**

Toutes les espèces étudiées des genres réunis ici sont

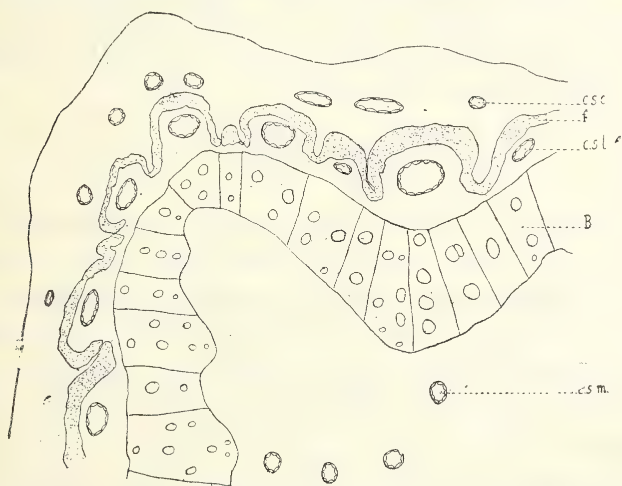


Fig. 16 : *Tricoscypha lucens*. Schéma de la tige. Coupe transversale. csc = canaux sécréteurs corticaux, csl = canaux sécrét. libériens, csm = canaux sécrét. médullaires, f = péricycle lignifié, B = bois. G = 60 env.

pourvues de canaux sécréteurs médullaires; mais on peut distinguer deux séries dans ce groupe.

La première se compose des genres possédant des canaux sécréteurs dans le liber et dans la moelle seulement; elle est la plus nombreuse et comprend : *Pentaspadon* Hook. f., *Microstemon* Engl., *Euroschinus* Hook. f., *Pseudosmodinguim* Engl., *Metopium* P. Browne, *Schinopsis* Engl., *Astronium* Jacq. et *Loxopterygium* Hook. f.

Dans la seconde, on peut réunir les genres pourvus d'organes sécréteurs corticaux. Dans ces plantes, en outre des canaux libériens et médullaires, on trouve des organes sécréteurs situés dans la couche corticale. Le genre *Tricoscypha* peut servir de type à cette série (fig. 16). Dans le *Tricoscypha lucens* Oliv., que nous avons pu étudier, les organes sécréteurs de l'écorce ne sont pas de longs canaux comme ceux rencontrés dans le liber ou dans la moelle; sur une coupe longitudinale, ils se montrent plus ou moins courts et souvent même ce sont de véritables glandes sécrétrices.

Autour du *Tricoscypha*, on peut placer les genres suivants : *Campnosperma* Thw., *Thyrsodium* Benth. et *Faguetia* L. March., qui possèdent aussi des organes sécréteurs situés dans la région corticale.

II. Dobinéées.

A l'exemple de M. Engler, nous ne comprenons que le genre *Dobinea* dans cette sous-tribu, mais nous la rapprochons des Rhoïdées à canaux sécréteurs médullaires constants et surtout des genres précédents, car, comme eux, les *Dobinea* possèdent des organes sécréteurs corticaux.

Les deux espèces de ce genre sont faciles à distinguer l'une de l'autre.

Le *D. Delavayi* Baill. possède des poils superficiels à base engainée, tandis que le *D. vulgaris* Hamilt. est privé de ces poils (1).

(1) Jadin, Remarques sur les genres *Dobinea* et *Podoon* (*Journ. de Bot.* Morot, nos du 1er et 16 juillet 1893).

III. Sémécarpées.

Cette sous-tribu comprend les genres suivants : *Semecarpus* L., *Holigarna* Ham., *Melanochyla* Hook. f., *Drimycarpus* Hook. f., et *Nothopegia* Bl.

Au point de vue anatomique, on peut distinguer les trois premiers des deux derniers en ce que les canaux médullaires parcourent la tige des premiers et sont absents de celle des seconds.

IV. Spondiées.

Nous nous trouvons ici en présence de treize genres ; à savoir : *Spondias* L., *Solenocarpus* W. et Arn., *Poupartia* Commers., *Pleiogynium* Engl., *Sclerocarya* Hochst., *Pseu-*

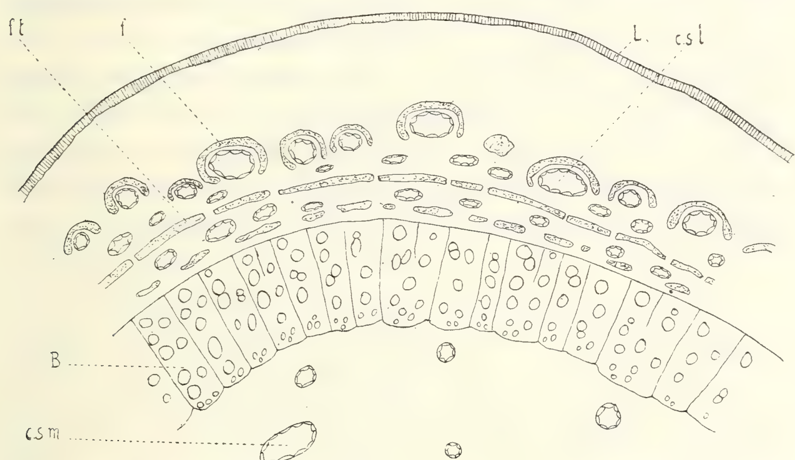


Fig. 17 : *Poupartia borbonica*. Schéma de la tige. Coupe transversale, fl = fibres libériennes. — Les autres lettres comme dans la figure précédente. G = 60 env.

dospondias Engl., *Pegia* Colebr., *Harpephyllum* Bernh., *Cyrtocarpa* H. B. K., *Tapirira* Aubl., *Odina* Roxb. (*Calesium* Adans.), *Hæmatostaphis* Hook. f. et *Dracontomelum* Bl.

Si nous en écartons le *Dracontomelum*, qui, tout en étant une Térébinthacée, paraît un peu différent des Spondiées, on se trouve en présence de caractères anatomiques très homogènes.

Tous les caractères anatomiques énumérés plus haut, à

propos des *Pistacia*, se retrouvent ; il existe en outre des canaux médullaires nombreux ; le liber est abondamment pourvu de fibres, formant des amas rapprochés les uns des autres et rangés en cercles concentriques (fig. 17). En outre, les canaux sécréteurs sont très nombreux et le plus souvent ils s'anastomosent entre eux et forment un réseau compliqué comme le montre la figure 18, représentant une coupe tangentielle dans la tige du *Spondias dulcis* Forst.

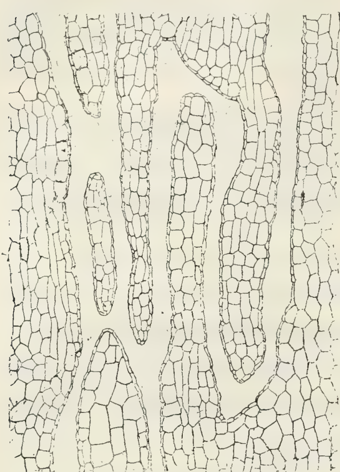


Fig. 18 : *Spondias dulcis*. Coupe tangentielle montrant les canaux sécréteurs anastomosés dans le liber. G = 75 env.

Le genre *Dracontomelum*, avons-nous dit, s'éloigne des Spondiées par les caractères anatomiques. En effet, seul parmi tous les autres genres, il est pauvre en organes sécréteurs. Les canaux libériens sont réduits aux canaux primaires, ils sont éloignés les uns des autres ; la moelle est sans organes sécréteurs et se compose de cellules hétérogènes. Comme le montre la figure 19, certaines cellules médullaires sont à parois minces, tandis que d'autres cellules sont pourvues de membranes épaisses et lignifiées. Cette hétérogénéité des cellules de la moelle se retrouve du reste dans deux autres genres de Térébinthacées : chez les *Santiria* Bl., et chez les *Trattinickia* Willd. M. Baillon (1) considère le genre *Dra-*

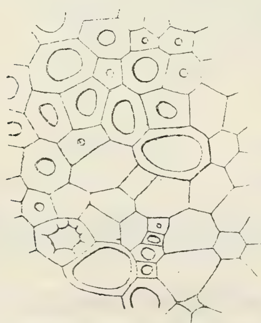


Fig. 19 : *Dracontomelum sylvestre*. Quelques cellules de la moelle montrant l'hétérogénéité du tissu médullaire. G = 170 env.

(1) *Histoire des plantes*, vol. V, p. 289 (en note).

contomelum comme devant être rattaché aux Rutacées-Zanthoxylées, sous le nom de *Comeurya*. En dehors des raisons invoquées par M. Engler pour classer les *Dracontomelum* parmi les Térébinthacées, je pense que les caractères anatomiques fournis par la tige justifieraient complètement la place de ces plantes parmi les Térébinthacées.

V. Mangiférées.

Les genres *Gluta* L., *Swintonia* Griff., *Buchanania* Roxb., *Melanorrhœa* Wall., *Mangifera* L. et *Anacardium* Rott., que M. Engler classe dans cette sous-tribu, présentent une homogénéité de caractères anatomiques. Partout les canaux sécréteurs sont nombreux, aussi bien dans le liber que dans la moelle. Les fibres libériennes observées chez les Spondiées font presque complètement défaut, et permettent de séparer les Mangiférées des Spondiées.

Le genre *Bouea* Meiss. a été rattaché aux Mangiférées par M. Engler ; la place de ce genre a toujours été considérée comme douteuse et bien que tous les auteurs soient unanimes à classer les *Bouea* parmi les Térébinthacées, l'opposition de leurs feuilles laisse place au doute.

Les caractères anatomiques confirment l'opinion qui fait des *Bouea* des plantes Térébinthacées. Les canaux libériens sont nombreux ; ceux du liber primaire sont protégés par des fibres péricycliques dont les amas affectent la forme d'un croissant, correspondant bien au caractère général des Térébinthacées. Les canaux médullaires sont absents, et les feuilles sont abondamment pourvues de cellules scléreuses. Ce dernier caractère est exceptionnel chez les Térébinthacées ; j'ai du moins tout lieu de le penser, car si je n'ai pas pu observer les feuilles de toutes les espèces étudiées ici, j'en ai cependant observé un assez grand nombre pour penser que la présence des cellules scléreuses dans la feuille des *Bouea* est un caractère exceptionnel chez les Térébinthacées. Pour ne citer qu'un exemple, je dirai que les feuilles des *Semecarpus*, par exemple, qui sont entières et dures comme

celles des *Bouea*, mais sans être opposées, manquent de cellules scléreuses. Toutefois ce caractère exceptionnel des feuilles ne doit pas, à mon avis, infirmer l'opinion qui fait de ces espèces des Térébinthacées.

TRIBU II. BURSÉRÉES.

C'est cette tribu qu'un certain nombre d'auteurs éloignent des Anacardiées pour en faire la famille des Burséracées. Or, je le répète encore, il y a identité de caractères anatomiques, et il ne me paraît pas possible de considérer ce groupe autrement que comme une tribu de la famille des Térébinthacées.

On y range les genres suivants : *Garuga* Roxb., *Crepidospermum* Hook. f., *Hedwigia* Sw., *Canarium* L., *Scutinanthe* Thw., *Commiphora* Jacq. (*Balsamodendron* H. B. K.), *Bursera* L., *Protium* Burm., *Dacryodes* Vahl., *Santiria* Bl., *Trattinickia* Willd., *Boswellia* Roxb., et *Triomma* Hook. f.

Les caractères anatomiques de cette tribu sont les mêmes que ceux énumérés pour les Anacardiées; les canaux sécréteurs médullaires sont généralement absents; j'en ai cependant observé chez le *Canarium microcarpum* Engl., et chez le *Boswellia papyrifera* Hochst. Les glandes corticales, signalées plus haut chez quelques Anacardiées, se retrouvent ici chez les *Garuga* et chez les *Hedwigia*. Les *Santiria* et le *Trattinickia* présentent une moelle hétérogène, rappelant celle des *Dracontomelum*.

Il faut enfin noter que le genre *Canarium* possède des faisceaux libéroligneux dans la moelle de la tige. Ces faisceaux médullaires sont orientés inversement, le liber est à l'intérieur et le bois à la périphérie. Le liber de ces faisceaux est parcouru par un large canal sécréteur (fig. 20).

J'ai pu étudier 27 espèces de *Canarium*; toutes présentaient cette particularité anatomique. Seul, le *C. brunneum* Redd. ne possédait pas de faisceaux médullaires. Or si nous rappelons que Thwaites, en se basant sur les caractères tirés

de la morphologie externe, avait déjà décrit cette espèce sous le nom de *Scutinanthe brunnea*, il paraîtra évident que nous n'ayons pas hésité à rendre au *C. brunneum* Redd.,

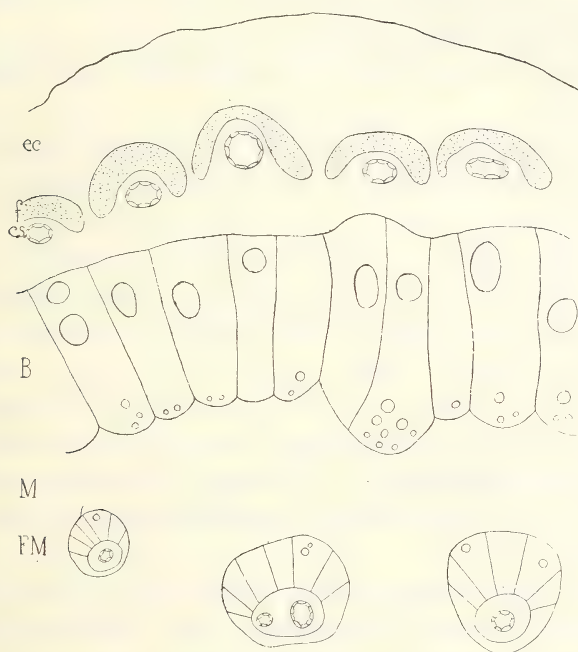


Fig. 20 : *Canarium molle*. Schéma de la tige. Coupe transversale. FM = faisceaux libéro-ligneux médullaires. Les autres lettres comme dans les figures précédentes G = 60 env.

la valeur d'un genre, et que nous ayons décrit cette plante sous le nom de *Scutinanthe brunnea* Thw. (1).

Genres non étudiés.

Parishia Hook. f. (4 espèces), *Baronia* Baker (1 espèce), *Micronychia* Oliv. (1 espèce) et *Veatchia* A. Gray (1 espèce) sont les quatre genres que nous n'avons pas pu étudier. Ils appartiennent tous au groupe des Rhoïdées de M. Engler.

J'espère que leur étude n'aurait rien changé aux conclusions que je formule.

(1) Jadin, Observations sur quelques Térébinthacées (*Journ. de Bot.* Morot, nos du 1er et 16 novembre 1893).

Genres a exclure.

Ganophyllum Bl. — Absence de canaux sécréteurs libériens ; présence dans le liber de grandes cellules contenant une masse concrétionnée.

Filicium Thw. — Caractères anatomiques semblables au précédent.

M. Radlkofer a depuis longtemps classé ces deux genres parmi les Sapindacées (1) ; cette opinion me paraît devoir être acceptée.

Paiveusea Welw. — Classé avec doute parmi les Bursérées par M. Baillon (2), ce genre est le plus souvent rangé parmi les Euphorbiacées. L'anatomie donne raison à cette dernière manière de voir.

Juliania Schlecht. — Par la présence de canaux sécréteurs dans la moelle ce genre paraît devoir prendre place parmi les Simarubacées ; l'absence de canaux sécréteurs libériens ne permet pas de le considérer comme une Térébinthacée.

Corynocarpus Forst. — Rapproché avec doute des Térébinthacées, ce genre s'en éloigne par l'absence d'organes sécréteurs ; il ne peut y être maintenu.

CONCLUSIONS.

L'étude de la tige des Térébinthacées, poursuivie sur 207 espèces réparties en 67 genres (3), nous permet de formuler les conclusions suivantes :

1° La tige des Térébinthacées est toujours caractérisée par des canaux sécréteurs développés dans le liber ; ces canaux sont protégés par des fibres péricycliques. Ce caractère est d'une telle fixité qu'il nous paraît devoir être pris comme le caractère le plus important de cette famille.

(2) In *Sitzungsb. d. k. Akad. math.-physik. München*, 1879, p. 591.
(3) *Histoire des plantes*, vol. V, p. 311.
(1) La famille compte environ 600 espèces réparties en 71 genres.

2° Les caractères tirés de l'anatomie de la tige ne peuvent pas servir à caractériser les genres ; néanmoins, dans certains cas, ces caractères viennent en aide à ceux tirés de la morphologie externe. On peut recourir à ces caractères anatomiques dans les cas douteux (*Pseudosmodingium*, *Dobinea*, *Pseudospondias*, *Cyrtocarpa*, *Mauria*, *Sorindeia*, *Canarium*, *Scutinanthe*, etc.).

3° Le caractère tiré de la présence ou de l'absence des canaux médullaires ne doit pas toujours être pris comme un caractère important. L'absence est constante dans certains genres ; ailleurs, et sans qu'on puisse trouver une explication satisfaisante, les canaux médullaires sont présents ou absents ; enfin, il est des cas où ils sont constants (*Semecarpus*, *Anacardium*, *Mangifera*, la plupart des Spondiées, etc...).

4° Il ne paraît pas que le climat ait une importance exclusive ou peut-être même capitale au point de vue du développement des canaux sécréteurs médullaires.

Ce travail a été fait à l'Institut de Botanique de Montpellier. Je suis heureux de le terminer en remerciant mon Maître et ami M. Ch. Fhahault de ses encouragements, de ses critiques et de son affectueuse sollicitude.

LES

ALGUES MARINES

DU GROENLAND

Par M. L. KOLDERUP ROSENVINGE.

Ce mémoire est le résumé d'un travail publié en danois en 1893 (1). J'ai essayé d'en résumer les parties descriptive et systématique, sans répéter les indications relatives aux localités et aux stations, à la saison de la reproduction, à la synonymie ; je n'ai pas cru devoir non plus traduire en français la critique détaillée des nombreuses espèces qui ont été, à tort, indiquées au Groenland.

Ce travail a pour base les riches collections réunies au Musée botanique de Copenhague. Commencées dès la fin du dix-huitième siècle par Fabricius, Giesecke et Wormskiold, elles ont été augmentées par J. Vahl pendant son séjour de huit années au Groenland (1828-1836).

De nouvelles récoltes ont été rapportées au Musée de Copenhague pendant la dernière décade par les expéditions danoises envoyées par la commission pour l'exploration géologique et géographique du Groenland ; les collections les plus riches sont dues à MM. Th. Holm, N. Hartz et à mes propres recherches. J'ai pris part à deux de ces expéditions, et j'ai pu ainsi visiter le Groenland entre les 73me et 60me parallèles.

(1) L. Kolderup Rosenvinge, *Groenlands Havalger*. Extrait des « Meddelelser om Groenland », III, p. 763 à 981, pl. I et II. Copenhague, 1893.

En 1812, Lyngbye, s'appuyant en grande partie sur les collections de Wormskiold, énumère dans son *Hydrophytologie* vingt-six espèces des côtes du Groenland. La connaissance des Algues marines du Groenland s'est accrue peu à peu, grâce à diverses expéditions arctiques et à plusieurs publications importantes de M. J. Agardh, qui a pu examiner aussi des échantillons de la collection de J. Vahl. Mais cette précieuse collection n'a été soumise à un examen complet que bien plus tard, lorsque M. Kjellman élabora son travail sur les Algues de la mer de Glace (1). Dans cet ouvrage si important pour la connaissance des Algues marines arctiques, M. Kjellman énumère plus d'une centaine d'espèces pour le Groenland.

L'étude des riches collections du Musée de Copenhague a fait ajouter un nombre très considérable d'espèces à la flore du Groenland. Mais cette étude et les recherches que j'ai pu faire sur les côtes mêmes du Groenland m'ont conduit à considérer avec une critique sévère les espèces qui ont été indiquées au Groenland, soit dans la bibliographie, soit dans d'anciens herbiers, mais qui ne sont pas représentées dans les collections bien étiquetées, et de n'énumérer que les espèces dont j'ai vu des échantillons provenant avec certitude du Groenland. En effet, la bibliographie contient une foule d'indications fondées sur des déterminations fausses, et dans les anciens herbiers on trouve de nombreuses incorrections relatives à la provenance des échantillons. Dans plus d'un cas, il m'a été possible de démontrer avec certitude la cause de ces erreurs. La plupart des espèces qui sont ainsi exclues, ou regardées comme douteuses pour la flore groenlandaise (2), ont une distribution relativement méridionale, et la flore des côtes du Groenland se trouve donc avoir un caractère arctique plus prononcé qu'on n'avait jusqu'ici lieu de le croire.

(1) F.-R. Kjellman, *The Algæ of the Arctic Sea* (Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bd XX, nº 5. Stockholm, 1883).

(2) On trouvera ces espèces mentionnées dans mon travail danois.

Quant à la délimitation des espèces, je suis parfois en désaccord avec les auteurs antérieurs; cela provient surtout de ce que les riches collections qui m'ont servi et les observations que j'ai faites dans la nature m'ont fait connaître des formes intermédiaires entre des espèces qu'on croyait autrefois bien distinctes.

Je suis très obligé à plusieurs confrères qui ont bien voulu me communiquer des déterminations ou des échantillons; je dois surtout de la reconnaissance à M. le professeur Fr. Schmitz, à Greifswald, qui s'est gracieusement chargé de l'étude des Squamariacées et des genres *Turnerella* et *Callymenia*, et qui a bien voulu écrire les parties de ce travail qui ont trait à ces Algues.

A. — RHODOPHYCEÆ.

I. — FLORIDEÆ.

FAM. — CORALLINACEÆ.

Lithothamnion soriferum Kjellm.

La plupart des échantillons concordent bien avec la description de l'espèce par M. Kjellman et avec la forme *divaricata* Foslie. Deux échantillons concordaient avec la forme *globosa* et la forme *alcicornis* (*L. alcicorne* Kjellm.); cette dernière a été rapportée à cette espèce, avec raison sans doute, par M. Foslie.

Groenland occidental, entre 65° et 60° lat. N.

Lithothamnion flabellatum Rosenv.

Le thalle est formé d'une partie appliquée, crustacée, qui porte des rameaux dressés. La croûte est mince et fortement appliquée sur les supports (des balanes), les rameaux sont plus ou moins serrés, généralement ramifiés en un seul plan, en éventail, comprimés ou presque cylindriques; ils ont jusqu'à 5 centimètres de long. Les conceptacles sporangi-

fères sont peu proéminents, finalement même ils sont débordés par le tissu environnant; ils ont environ 250 μ de diamètre; les sporanges, contenant deux spores, mesurent 145 à 180 μ de long sur environ 60 μ de large. Le thalle vivant a une jolie couleur rose.

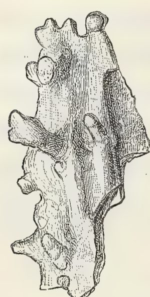




Fig. 1. — *Lithothamnion flabellatum.* — A, fragment d'un test de balane couvert de la croûte, portant de jeunes pousses encore simples; B, thalle ramifié en éventail avec des conceptacles, 1 : 1.

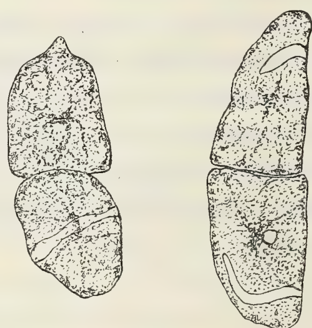


Fig. 2. — *Lithothamnion flabellatum.* — Deux sporanges sans l'enveloppe. Trois des spores sont perforées de canaux provenant probablement d'une plante endophyte, 230 : 1.

Cette espèce se rapproche du *L. glaciale* Kjellm. par l'ensemble de ses caractères, notamment par ses conceptacles immergés et par ses sporanges dispores; elle s'en distingue, notamment, par sa ramification flabelliforme et par ses sporanges un peu plus grands. Peut-être l'examen d'échantillons plus abondants montrera-t-il un jour qu'elle n'est qu'une forme du *L. glaciale* Kjellm., analogue au *L. soriferum*, forme *alcicornis*.

Gr. occid., 72°,23′ lat. N., sur des rochers et des balanes, à 11 à 30 mètres de profondeur.

Lithothamnion glaciale Kjellm.

Certains échantillons ressemblaient plutôt au *L. intermedium* Kjellm. par ses rameaux cylindriques; ils ont été rapportés pourtant au *L. glaciale*, à cause de leurs sporanges dispores. Des échantillons jeunes peuvent ressembler beaucoup au *L. colliculosum* Foslie (*Contrib.*, II, p. 8, pl. 3).

Gr. occid., entre 69° et 61° lat. N.

Lithothamnion intermedium Kjellm.

Un échantillon avec des conceptacles de cystocarpes a été rapporté à cette espèce, mais la détermination n'est pas absolument sûre, faute de conceptacles à sporanges.

Gr. occid., à 69° lat. N.

Lithothamnion circumscriptum Strömfelt (*Algvegetat. vid Islands kuster.*, Göteborg, 1886, p. 20).

α, *areolatum* Rosenv.

Dans la région littorale, on trouve fréquemment, sur des rochers et des moules, des échantillons qui concordent exactement avec la description de Strömfelt. Ils forment des croûtes minces, atteignant à peine l'épaisseur de 1 millimètre. Les conceptacles sont très serrés et anguleux ; les cloisons qui les séparent sont assez minces. Après l'épuisement des conceptacles, non seulement le couvercle, qui est perforé d'environ vingt canaux, mais toute la partie supérieure des conceptacles, se détache, et les cloisons entre les conceptacles apparaissent alors comme un réseau régulier. Si les conceptacles sont très serrés, on peut souvent, avant même qu'ils se soient vidés, distinguer un réseau semblable, mais beaucoup plus faible, à la surface du thalle. Les conceptacles forment une tache bien limitée, occupant la partie centrale du thalle, tandis que la partie marginale est stérile.

β, *validum* Rosenv.

Cette espèce descend jusqu'à une profondeur de 37 mètres, mais elle apparaît alors sous une forme qui est assez différente de la variété que nous venons de décrire. La croûte est beaucoup plus épaisse, atteint environ 1 centimètre; les conceptacles sont moins serrés et ordinairement orbiculaires. Après l'épuisement, les couvercles seuls disparaissent ; les parties restantes de la surface, situées entre les orifices des conceptacles, continuent de croître, et les conceptacles s'enfoncent alors dans la croûte. Les sporanges sont dispores, comme dans la première variété; ils mesurent 250 à 390 μ

sur 56 à 150 μ. Rarement, on trouve des sporanges contenant 4 (ou 3) spores (fig. 3, *c*, *d*).

Malgré les différences mentionnées, ces deux variétés ne peuvent être regardées comme des espèces distinctes, car on trouve fréquemment des transitions entre les formes aréolées et les croûtes épaisses avec des conceptacles immergés, et il paraît bien que les formes aréolées de l'eau profonde peuvent passer à la var. *validum*. Les deux variétés ont la même couleur rose et la même surface égale, mate et finement rayée.

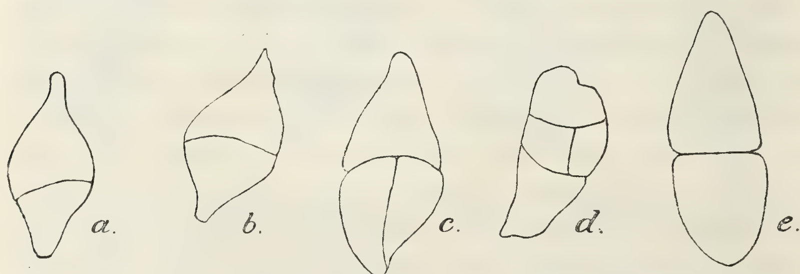


Fig. 3. — *Lithothamnion circumscriptum*, β *validum*. — Sporanges. *a*, *b*, *c*, et *d*, proviennent d'un seul individu, 80 : 1.

La var. *validum* doit se rapprocher beaucoup du *L. compactum* Kjellm. (*The Algæ of the Arctic Sea*, p. 101). D'après la description de M. Kjellman, cette espèce en diffère pourtant par sa surface à peu près lisse (*subnitida*), et parce que les fossettes qui se trouvent à la surface des exemplaires à conceptacles sont invisibles à l'œil nu, tandis qu'on les observe facilement sur notre plante. Le *L. polymorphum* diffère de notre espèce par ses sporanges à quatre spores et par sa surface moins mate et moins régulière.

Gr. occid., entre 72°,47′ et 61° lat. N.

Lithothamnion tenue Rosenv.

Cette espèce ressemble au *Lithophyllum Lenormandi* (Aresch.) par sa croûte mince, épaisse de $0^{mm},1$ à $0^{mm},25$, fortement appliquée sur le support, souvent concentriquement zonée vers les bords, et par son bord blanchâtre. Par la structure, pourtant, elle appartient au genre *Litho-*

thamnion, la partie supérieure du thalle se composant de filaments dirigés vers le haut, tandis que les cellules de la partie inférieure forment un hypothalle, où la divergence des cloisons anticlines inférieures vers le support est peu prononcée ou nulle (fig. 4-6). Dans les croûtes minces, les filaments de la



Fig. 4. Fig. 5.

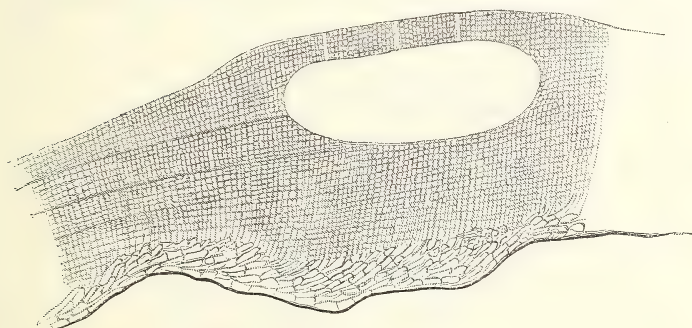


Fig. 6.

Fig. 4-6. — *Lithothamnion tenue.* — Coupes verticales, fig. 4, A, du bord; B, de l'intérieur de la même plante; fig. 5, d'une croûte très mince; fig. 6, d'une croûte épaisse, en partie stratifiée, avec un conceptacle de sporanges, 80 : 1.

partie supérieure sont relativement courts et obliques; mais dans des croûtes épaisses, cette partie est beaucoup plus épaisse que l'inférieure, et les filaments sont à peu près verticaux.

Cette espèce paraît être voisine du *L. flavescens* Kjellm. (*l. c.*, p. 98); la croûte est pourtant plus mince, les conceptacles ne sont jamais complètement enfoncés dans le tissu, et les cellules de la couche inférieure sont trois à quatre fois plus longues que larges.

Les conceptacles sporangifères sont disciformes ou presque hémisphériques, atteignant 1 millimètre de diamètre. Les sporanges sont assez variables de forme, ordinairement sub-

cylindriques ou un peu atténués vers les deux bouts, mesurant 200 à 660 μ sur 100 à 150 (190) μ. Ils contiennent deux ou quatre cellules; mais comme on trouve quelquefois les deux cellules en voie de division (fig. 7 *b*), il est possible que les sporanges contiennent toujours à l'état parfait quatre spores (1).

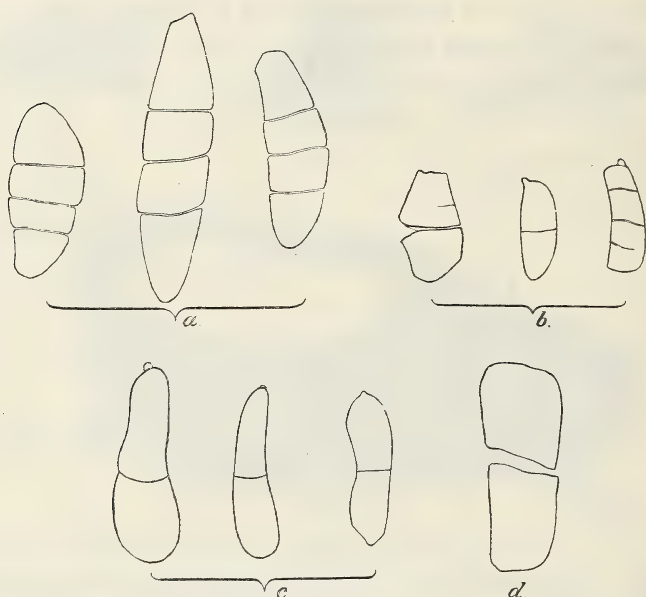


Fig. 7. — *Lithothamnion tenue.* — Sporanges. Les sporanges désignés par la même lettre proviennent de la même plante, 55 : 1.

Le *Lithophyllum læve* Strömf. paraît ressembler beaucoup à notre espèce. La structure est pourtant, d'après Strömfelt, la même que celle du *L. Lenormandi*, et les sporanges sont plus petits et dispores; on pourrait soupçonner, cependant, que les sporanges n'ont pas été observés à l'état de maturité.

Gr. occid., entre 72°47′ et 61° lat. N.

(1) Strömfelt a supposé que les trois divisions du sporange devaient s'opérer simultanément dans les *Lithothamnion*, successivement dans les *Lithophyllum*. Notre figure 7 *b* et la figure 2, pl. V, de Rosanoff (Mélobésiées, *Mémoires de la Soc. des sc. nat. de Cherbourg*), t. XII, représentant les sporanges du *Lithophyllum lichenoides*, ne sauraient être conciliées avec cette supposition.

FAM. — **SQUAMARIACEÆ** (1).

Peyssonellia Rosenvingii Schmitz.

La plante forme des croûtes minces orbiculaires à marge régulière ou faiblement ondulée, fortement appliquées sur le support par toute leur surface inférieure, atteignant 4 centimètres de diamètre, brun pourpre ; la face inférieure est incrustée de chaux à l'exception d'une zone marginale étroite qui est revêtue de rhizoïdes très courts et très rapprochés. Les croûtes agées acquièrent une épaisseur de 5 millimètres et davantage; par la dessiccation elles se fendent souvent et se détachent partiellement du support. Les croûtes jeunes

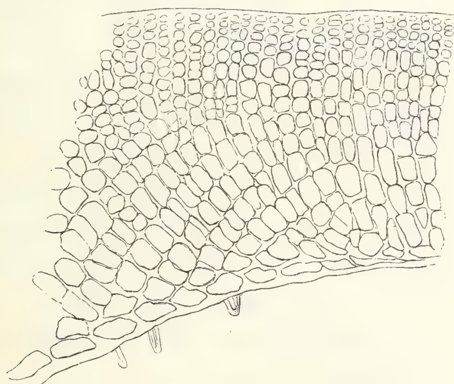


Fig. 8. — *Peyssonellia Rosenvingii.* — Coupe verticale du thalle, 100 : 1.

restent adhérentes après la dessiccation; elles sont le plus souvent plus pourpre et quelquefois finement striées dans le sens radial. Le thalle est composé d'une couche basilaire monostromatique et de filaments ascendants arqués, finalement verticaux. La couche basilaire est composée de filaments, çà et là subdichotomes, dont les cellules sont trois à quatre fois plus longues que larges. Les filaments ascendants parfois ramifiés en dichotomie, surtout vers le haut, s'atténuent à leur partie supérieure; les cellules inférieures

(1) La rédaction de ce qui concerne la famille des Squamariacées est due à M. le professeur Fr. Schmitz à Greifswald.

sont épaisses (20 à 38 μ), une à deux fois plus longues que larges; les supérieures sont aussi longues que larges ou plus courtes, souvent à moitié aussi larges que les inférieures.

Les némathécies à cystocarpes sont peu élevées et d'un pourtour variable. Les cellules inférieures des filaments sont allongées, les supérieures à peu près aussi longues que larges. Les némathécies à sporanges sont inconnues.

Cette espèce rappelle quelquefois par son port le *Cruoriella Dubyi* (Cr.) Schmitz, (*Peyss. Dubyi* Cr.); elle en diffère surtout par la croissance marginale, les filaments de la couche basilaire étant régulièrement rayonnants, tandis que dans le *Cr. Dubyi* la couche basilaire se forme par concrescence de nombreux lobes dont les filaments sont disposés en éventail. Elle diffère des *P. rupestris* Cr., *Harveyana* Cr. et *atropurpurea* Cr. par les filaments ascendants plus épais, à articles plus courts et par son thalle moins ferme. Le thalle du *P. rupestris* est très mince, composé de cellules très petites, fortement appliqué sur le support sans rhizoïdes; il est aussi plus ferme. Les *P. Harveyana* et *atropurpurea* concordent par le mode de croissance et par les rhizoïdes, mais ils diffèrent par les filaments ascendants plus minces, plus cohérents et composés de cellules plus longues dans leurs parties inférieures.

Dans les némathécies se trouvaient des filaments de cellules auxiliaires épars mais très nombreux, étant des rameaux latéraux des filaments des némathécies, le plus souvent composés de quatre cellules. Plus rarement il se trouvait dans des némathécies plus agées des gonimoblastes sporifères en forme de faisceaux de filaments courts et minces, dont les rameaux rayonnant entre les filaments de la némathécie portaient à l'extrémité des spores ovales uniques ou disposées en courts chapelets (1).

Gr. occid., entre 73° et 64° lat. N.

(1) Peut-être le *Peyss. Dubyi* Dickie (Inglefield, *A Summer search for Sir John Franklin*. London, 1853, p. 142), trouvé sur la côte de Cumberland appartient-il à cette espèce.

Cruoria arctica Schmitz.

La plante forme des croûtes irrégulièrement arrondies ou lobées, sans rhizines fortement appliquées sur le support, à l'état sec, rouge brunes, près de la marge minces ; dans la partie centrale âgée, les croûtes sont plus épaisses et d'une couleur rubescente ou brun noirâtre, opaques, çà et là détachées du support, ayant jusqu'à 7 millimètres d'épaisseur ; à l'état frais elles sont alors charnues et fermes. — La couche basilaire se compose d'une seule assise de cellules allongées, six à huit fois plus longues que larges, chacune émettant deux filaments dressés. Ceux-ci divisés une fois en dichotomie à leur partie inférieure et d'ailleurs généralement simples, ont le même diamètre (10 à 12 μ) dans toute leur longueur ; leurs cellules sont aussi longues que larges ou un peu plus longues, dans des croûtes épaisses souvent 3 à 4 fois plus longues. Dans les filaments verticaux se trouvent des cellules glandulaires allongées, avec un contenu dense et réfringent, en grand nombre surtout dans les croûtes jeunes et dans la partie inférieure des croûtes épaisses. — Les tétrasporanges se trouvent épars dans les croûtes épaisses, ils sont insérés latéralement comme des rameaux sur les filaments dressés, cylindriques, à spores sériées, finalement assez grands (comme dans le *Cr. adhærens* Cr.), 65 à 80 μ de long, 16 à 27 μ de large.

Cette plante est presque intermédiaire entre les genres *Cruoria* et *Hæmatophlæa ;* par la structure et les sporanges elle se rapproche des *Cruoria*, mais elle en diffère par la consistance plus ferme. Le genre *Hæmatophlæa* concorde au contraire avec notre plante par la structure et la consistance, mais en diffère par les sporanges formés dans des némathécies superficielles (ou plutôt dans la couche supérieure némathécioïde). Notre plante diffère de tous les deux par les cellules glandulaires nombreuses.

Gr. occid., entre 72° et 61° lat. N.

FAM. — CERAMIACEÆ.

Ceramium rubrum (Huds.) Ag.

La plupart des échantillons appartiennent à la forme *decurrens*, J. Ag.

Gr. occid. en plusieurs localités aux environs de 69° lat. N.; d'ailleurs rare, mais observé jusqu'à 60° lat. N.

Antithamnion Plumula (Ellis) Thur. *sens. lat.*

Quoique je n'aie pas eu beaucoup de matériaux de recherche sur ce genre, je me suis décidé à réunir dans une espèce toutes les formes qui se trouvent dans la partie boréale de l'Atlantique et dans la mer Glaciale, en m'appuyant surtout sur les recherches de MM. Gobi, Farlow et Kjellman, qui ont observé des transitions entre toutes ces espèces (*A. Plumula*, *boreale*, *americanum*, *Pylaisæi*, *floccosum* et *cruciatum*); ces termes de transition ont été trouvés dans des localités très éloignées les unes des autres. M. Kjellman regarde l'*Antithamnion* comme un genre dont les espèces ne sont pas encore bien différenciées. S'il en est ainsi, et j'ai tout lieu de le croire, il me paraît plus correct de désigner les « espèces » comme des variétés d'une seule espèce : *A. Plumula.*

L'espèce principale n'a pas été trouvée dans la mer Glaciale.

β, *boreale*, Gobi, *Alg. weiss. Meer.*, p. 47; *A. boreale* Kjellm., *l. c.*, p. 180.

Les échantillons groenlandais n'atteignent que 2 centimètres de longueur. Les rameaux sont tantôt opposés, tantôt verticillés et tétrastiques ; la disposition peut varier dans le même individu. Quelques échantillons à rameaux verticillés avaient les jeunes rameaux agglomérés au sommet comme dans la forme *corallina* (Rupr.) Kjellm. L'occurrence des cellules glandulaires est très variable. M. Reinke (*Algenfl. d. westl Osts.*, p. 23) ne les a pas observées dans l'*A. boreale* de la Baltique, et il a cru y trouver un caractère distinctif de l'*A. Plumula.* Or, j'ai trouvé des glandes dans l'*A. boreale* des côtes danoises, et quant aux échantillons groenlandais,

64e ANNÉE. — VIIe SÉRIE. T. XIX. N° 2

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SEPTIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. PH. VAN TIEGHEM

TOME XIX. — N° 2

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain
1894

PARIS, 30 FR. — DÉPARTEMENTS ET ÉTRANGER, 32 FR.
Ce cahier a été publié en juin 1894.
Les *Annales des sciences naturelles* paraissent par cahiers mensuels.

Conditions de la publication des Annales des sciences naturelles

SEPTIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

Publiée sous la direction de M. PH. VAN TIEGHEM.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes XVII et XVIII sont complets.

ZOOLOGIE

Publiée sous la direction de M. A. MILNE-EDWARDS.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes XIV et XV sont complets.

Prix de l'abonnement à 2 volumes :

Paris : 30 francs. — Départements et Union postale : 32 francs.

ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

Dirigées, pour la partie géologique, par M. HÉBERT, et pour la partie paléontologique, par M. A. MILNE-EDWARDS.

L'abonnement est fait pour un volume d'environ 300 pages, publié en plusieurs fascicules dans le courant d'une année.

Prix du volume :

Paris : 15 fr. — Départements : 16 fr. — Union postale : 17 fr.

Le tome XXII est publié.

Prix des collections.

PREMIÈRE SÉRIE (Zoologie et Botanique réunies), 30 vol.		(*Rare.*)
DEUXIÈME SÉRIE (1834-1843).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
TROISIÈME SÉRIE (1844-1853).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
QUATRIÈME SÉRIE (1854-1863).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
CINQUIÈME SÉRIE (1864-1873).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
SIXIÈME SÉRIE (1874 à 1885).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
GÉOLOGIE, 22 volumes.		330 fr.

elles manquaient totalement dans quelques échantillons, tandis qu'elles se trouvaient en nombre variable dans d'autres. La longueur des rameaux (*pinnæ*) et de leurs articles est aussi très variable; tantôt ils sont longs, et la plante se rapproche beaucoup de l'*A. americanum;* tantôt ils sont courts avec des pinnules courtes et aiguës, et la plante passe alors à la variété *Pylaisæi.* Ces caractères peuvent varier dans les diverses parties d'un même individu.

Gr. occid., entre 73° et 65° lat. N.

γ, *Pylaisæi* (Mont.) Rosenv. SYN. *Callithamnion Pylaisæi* Mont. *Ann. d. sc. nat.*, sér. II, t. VIII, p. 351.

Les échantillons rapportés à cette variété ont des rameaux (*pinnæ*) tétrastiques et appartiennent pour la plupart à la forme *norvegica* Kjellm.; quelques-uns se rapprochaient de la variété *borealis.* Ils avaient tous des glandes.

Gr. occid., 61° lat. N.

δ, *floccosum* (O. F. Müll.) Rosenv. SYN. *Antithamnion floccosum* (O. F. Müll.).

M. J. Agardh a mentionné des échantillons groenlandais du *Callithamnion floccosum* (*Sp. g. et ord. Alg.* II, pars I, pag. 29). Le petit échantillon que M. Agardh a bien voulu me montrer dans son herbier ressemble par son port aux échantillons mentionnés sous la variété précédente. Je n'ai pas eu l'occasion d'examiner d'échantillons de cette variété provenant du Groenland.

Ptilota pectinata (Gunn.) Kjellm.

A en juger par les échantillons groenlandais cette espèce est bien distincte du *P. plumosa* (L.) Ag.

Gr. occid., entre 77°30′ et 60° lat. N.

Gr. orient., à 74°30′ lat. N.

Rhodochorton Rothii (Turton) Naeg.

Les tétrasporanges ont été trouvés seulement dans des échantillons récoltés au mois de février, tandis que des échantillons récoltés pendant l'été sont stériles. Les sporanges ne sont pas si serrés que dans la plante figurée par M. Le Jolis (*Liste*, pl. V); quelquefois ils sont tellement écartés que la

plante peut ressembler au *Rh. penicilliforme* (Kjellm.). Il ne me paraît pourtant pas qu'il y ait lieu d'admettre une transition entre ces deux espèces. Le diamètre des filaments varie de 7 à 16 μ; dans les échantillons fertiles il était de 10 à 12 μ.

Gr. occid., entre 69° et 60°.

Gr. orient., à 72° 32′ lat. N.

Rodochorton penicilliforme (Kjellm.).

Syn. *R. mesocarpum* (Carm.) Kjellm. var. *penicilliforme* Kjellm., Rosenv. *Groenl. Havalger*, p. 792.

Les filaments libres naissent d'une couche monostroma-

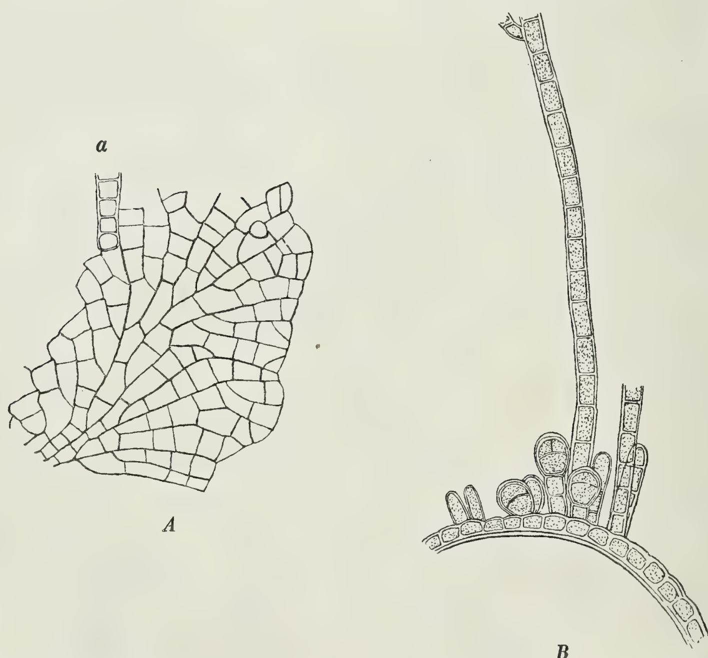


Fig. 9. — *Rhodochorton penicilliforme*. — A, partie de la couche basilaire montrant la croissance marginale; *a*, un filament libre, 350 : 1; B, coupe verticale de la couche basilaire portant des filaments libres et des tétrasporanges, 240 : 1.

tique, dont les filaments sont complètement connés, même au bord, où la croissance a lieu (fig. 9, A). Cette couche basilaire est si différente des filaments rampants chez le *Callithamnion mesocarpum* Carm., que j'ai hésité à rapporter

la plante arctique à cette espèce, comme l'a fait M. Kjellman (comp. mon travail danois, p. 792). Après l'impression de mon travail, M. Fr. Schmitz a bien voulu me dire qu'il a examiné les spécimens originaux de Harvey du *Call. mesocarpum* et qu'il a trouvé que cette espèce appartient au

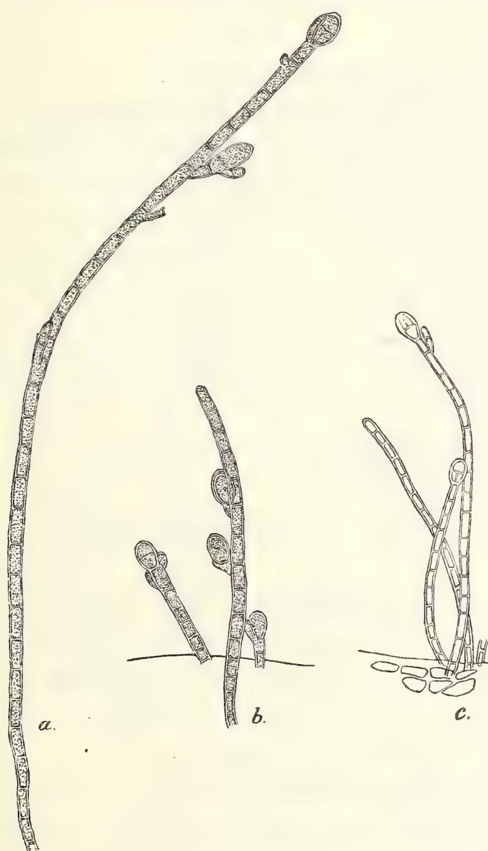


Fig. 10. — *Rhodochorton membranaceum*, f. *macroclada*. — Des filaments libres avec tétrasporanges. *a* et *b*, 250; *c*, 165 : 1.

groupe des *Spermothamnieæ* et probablement au genre *Spermothamnion*. Elle n'a donc rien de commun avec la plante qui nous occupe et qui doit porter le nom de *Rh. penicilliforme* (Kjellm.).

Les filaments libres bien développés et leurs principaux

rameaux ne se terminent ordinairement pas en tétrasporanges; mais entre les filaments longs se trouvent fréquemment des filaments plus courts, simples, portant des sporanges terminaux. Quelquefois un grand nombre de sporanges à pédicelle 1- ou 2-cellulaire ou même sessiles poussent directement de la couche basilaire (fig. 9, B. Comp. Kjellman, *Spetsb.* I, p. 30).

Gr. occid., entre 69° et 61° lat. N.

Rhodochorton membranaceum Magn.

Au milieu des échantillons normaux se trouvait en quelques localités une forme nouvelle (forme *macroclada* nob.), différant par des filaments libres relativement longs. Ces filaments ne présentent pas de ramification végétative ; ils se terminent en un tétrasporange et en portent en outre 5-7 latéraux à pédicelles 1- ou 2-articulés. Les filaments libres peuvent se composer de 40 cellules et mesurent 6 à 8 μ de diamètre.

Gr. occid., entre 64° et 61° lat. N. (1).

FAM. — RHODOMELACEÆ.

Rhodomela lycopodioides (L.) Ag.

Cette espèce est commune au Gr. occid., entre 70° et 60° lat. N. La var. *tenuissima* (Rupr.) Kjellm. se trouve seulement dans les contrées septentrionales.

Gr. orient., au sud de 73° lat. N.

Polysiphonia urceolata (Lightf.) Grev.

Gr. occid., entre 69° et 61° lat. N.

(1) Le *Callithamnion spinosulum* Suhr, trouvé seulement en Groenland, a été placé par M. J. Agardh (sous le nom de *C. spinulosum*) entre le *C. mesocarpum* et le *C. Rothii*, et M. Kjellman l'a rapporté plus tard au genre *Rhodochorton*, en supposant que c'était une Algue marine. Des spécimens originaux de Suhr m'ont montré cependant que la plante possède des monosporanges et qu'elle appartient au genre *Chantransia*. Dans la collection de J. Vahl il se trouve des échantillons de cette espèce concordant exactement avec ceux de Suhr, mais ces plantes ont été récoltées dans des *rivières*, et l'espèce est donc une Algue d'eau douce. Dans la même localité Vahl a récolté des échantillons de *Batrachospermum* et de *Lemanea*.

Polysiphonia Schuebelerii Foslie (Rosenv. *Groenl. Havalger*, pl. I, fig. 1 et 2).

Les échantillons groenlandais concordent bien avec des spécimens originaux envoyés par M. Foslie. L'espèce a été comparée avec le *P. fibrillosa;* elle en diffère par sa lon-

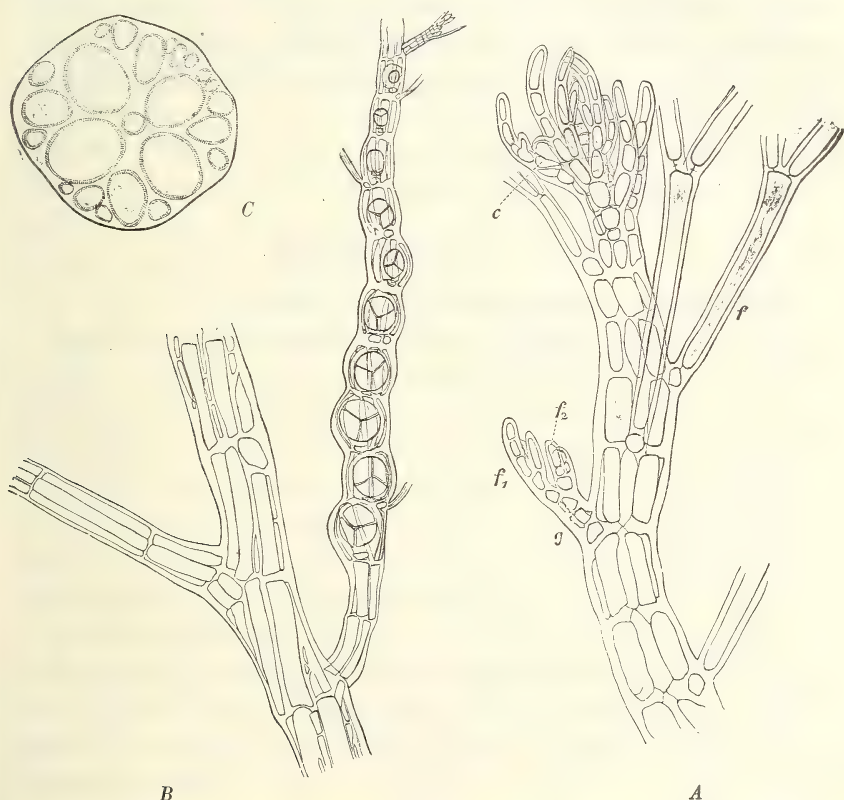


Fig. 11. — *Polysiphonia Schuebelerii.* — A, sommet d'une plante à cystocarpes (*c*); *f*, feuilles; *g*, rameau portant les feuilles f_1 et f_2, 580 : 1. — B, fragment d'une plante à tétraspores, 55 : 1. — C, coupe transversale d'une tige âgée, 80 : 1.

gueur plus grande, jusqu'à 30 centimètres, par ses rameaux plus mous, par le manque ou la rareté des ramules pénicilliformes, et surtout par les rameaux remplaçant les poils (feuilles), de même que chez le *P. elongata.* Elle diffère de cette dernière espèce par son port, par sa substance moins ferme, par ses articles plus longs, etc.

Gr. occid., vers. 69° lat. N.

Polysiphonia arctica J. Ag.

Le nombre des cellules péricentrales varie ordinairement de 5 à 7; dans un échantillon pourtant j'ai trouvé le nombre variant de 7 jusqu'à 4. M. Gobi a émis l'hypothèse que cette espèce pourrait être une variété du *P. variegata;* elle en diffère pourtant par l'absence de feuilles, tandis que, chez le *P. variegata*, les rameaux se produisent à l'aisselle des feuilles.

Gr. occid., entre 73° et 60° lat. N.

Gr. orient., 60° 28′ et 74° 32′ lat. N.

FAM. — DELESSERIACEÆ.

Delesseria Montagnei Kjellm. *emend.*

Le *D. Montagnei* Kjellm. et le *D. rostrata* (Lyngb.) J. Ag.,



Fig. 12. — *Delesseria Montagnei.* — *a*, α, *typica; b*, β, *angustifolia; c*, γ, *rostrata*, 18 : 1.

tous les deux rapportés ici à la même espèce, sont, dans leurs formes typiques, si différents, qu'on les a rapportés même à des sections différentes de ce genre. Elles sont cependant

très variables et se rattachent étroitement par des formes intermédiaires à la var. *angustifolia*. Les trois variétés se distinguent surtout par la largeur du thalle, qui est extrêmement variable.

α, *typica* Rosenv.

La largeur du thalle varie de 1 à 8 millimètres; même dans un seul échantillon elle peut être très différente. Dans les échantillons larges le bord est denticulé ou cilié, tandis que dans les frondes plus étroites il est moins denticulé ou presque entier. Cette variété n'est pas aussi profondément échancrée aux aisselles que le *D. alata*, dont la fronde est généralement dépourvue d'aile aux aisselles. Elle se distingue en outre de cette espèce par sa substance moins ferme et par ce qu'elle adhère mieux au papier.

β, *angustifolia* (Lyngb.) Rosenv.

Syn. D. *alata* β, *angustifolia* Lyngb. *Hydr.*, p. 8. D. *Holmiana* Strömf, in Th. Holm. *Westgrönl.* Englers *Jahrbücher*, 8. Bd. 1887, p. 286.

Cette variété, qui atteint une longueur de 10 centimètres, se distingue de la première par sa fronde plus étroite, jusqu'à 1 millimètre de large, et par le bord généralement entier, rarement cilié ou denticulé.

γ, *rostrata* (Lyngb.) Rosenv. Syn. D. *rostrata* J. Ag.

Les parties jeunes des frondes ressemblent à celles de la var. *typica*, où elles sont plus étroites, mais l'aile disparaît bientôt vers le bas, et la nervure occupe alors toute la fronde étroite.

Cette variété se distingue du *D. Baerii* par ses axes principaux plus prononcés, moins coudés en zigzag, plus longs que les axes latéraux, de sorte que la ramification est pennée et non corymbiforme ou dichotome; elle s'en distingue de plus par sa fronde distinctement ailée dans les parties supérieures et par les cellules médianes superficielles plus grandes et disposées en séries longitudinales. Une différence paraît exister aussi dans la disposition des anthéridies; dans le *D. Mont.* γ, *rostrata* elles couvraient la surface des der-

nières ramifications, à l'exception d'une partie médiane et d'une partie marginale, tandis que dans le *D. Baerii*, elles couvrent toute la surface des derniers rameaux (1). La disposition des tétrasporanges paraît offrir une différence semblable.

Gr. occid., entre 73° et 60° lat. N.

Delesseria Baerii (Post. et Rupr.) Rupr. *emend.*

Le thalle est plus ou moins comprimé ou presque cylindrique, non ailé, dichotome-penné ou dichotome-corymbiforme; les axes principaux sont en général peu prononcés, coudés en zigzag, pas plus longs que les axes latéraux; les cellules superficielles médianes ne sont guère plus grandes que les marginales. Nous rapportons à cette espèce les deux variétés suivantes :

α, *typica* Rosenv.

β, *corymbosa* (J. Ag.) Rosenv. Syn. *D. corymbosa* J. Ag.

Les affinités des espèces rapportées au sous-genre *Cryptoneura* (2) ont plusieurs fois donné lieu à des discussions. Le *D. Baerii* et le *D. rostrata* offrent beaucoup de ressemblance, mais ils sont, à mon avis, bien distincts. Quant au *D. corymbosa*, au contraire, je me range à l'opinion de M. Farlow, que cette espèce ne peut être séparée spécifiquement du *D. Baerii*. Le *D. corymbosa* en diffère, d'après M. J. Agardh, par la ramification dichotome-corymbiforme; dans le *D. Baerii* au contraire, elle est dichotome-pennée, avec les segments supérieurs « *acuminato-obtusiuscula supra axillam leviter incurvata* », tandis que dans le *D. Baerii*, ils sont « *erectiuscula* » et « *acuminata* » ; enfin la partie inférieure du thalle est « *fere omnino cylindracea* », tandis que dans le *D. Baerii* elle est *compresso-anceps* ». La différence de la ramification, pourtant, n'est pas grande, elle dépend surtout de ce que les rameaux sont plus rapprochés dans le

(1) Kjellman, *Om Spetsbergens marina klorofyllförande thallophyter.* I. (Bihang t. k. svenska Vetensk. Akad. Handl., 1875, fig. 3 et 4).

(2) Dans mon travail original en danois, p. 806, j'ai écrit à tort *Pteridium* au lieu de *Cryptoneura*.

D. corymbosa que dans le *D. Baerii*, et elle n'est pas constante. Dans les échantillons originaux du *D. corymbosa*, récoltés par J. Vahl, du reste très uniformes, on trouve quelquefois un rameau à ramification pennée, et dans des échantillons typiques du *D. Baerii* du Spitzberg on observe fréquemment une ramification en corymbe, surtout dans les jeunes rameaux (comp. Kjellman, *Spetsb.* I, p. 3). Des échantillons groenlandais, récoltés dans ces dernières années, sont même tout à fait intermédiaires quant à la ramification. Les caractères tirés des rameaux supérieurs sont aussi trop variables pour qu'on puisse fonder sur eux une distinction spécifique, et il en est de même pour la forme de la partie inférieure du thalle; dans le *D. Baerii* récolté au Spitzberg, M. Kjellman la trouvait largement elliptique en section optique, et dans un échantillon original du *D. corymbosa* je la trouvais fortement comprimée. Or, comme M. Farlow a trouvé, dans une collection du Labrador, des formes intermédiaires fréquentes associées aux formes typiques de ces deux espèces; comme, d'autre part, la disposition des cystocarpes et celle des tétrasporanges n'offrent aucune différence, je n'hésite pas à les réunir, en regardant le *D. corymbosa* comme une variété du *D. Baerii*, dont la forme principale a la distribution géographique la plus étendue.

Gr. occid., entre 73° et 61° lat. N.

Gr. orient., à 60° 28′ lat. N.

Delesseria sinuosa (Good. et Woodw.). Lamour.

Gr. occid., entre 72° et 60° lat. N.

Gr. orient., 64° 30′ lat. N.

FAM. — RHODYMENIACEÆ.

Rhodymenia palmata (L.) Grev.

F. *typica* Kjellm.

La plupart des échantillons croissant dans la région littorale appartiennent à la f. *typica*.

Le bord est nu ou pourvu de petites prolifications. Le thalle est souvent profondément partagé par des dichotomies

réitérées et la plante alors se rapproche de la var. *sarniensis*.

F. *flabellata* Rosenv.

Cette forme est remarquable par sa fronde très large presque semicirculaire, à base largement cunéiforme, à plusieurs reprises fendue en des lobes assez courts.

Var. *latifolia* Rosenv.

Dans les stipes du *Laminaria longicruris* on trouve quelquefois une forme de *Rhodymenia* se distinguant par son thalle large, partagé seulement jusqu'au milieu en lobes peu nombreux. A l'état adulte sa consistance est coriace. Des échantillons de cette variété ont été rapportés au *Rh. pertusa* (Post. et Rupr.) par M. J. Agardh et par M. Kjellman. Cette dernière espèce, dont M. Agardh a bien voulu me montrer des échantillons authentiques dans son herbier, diffère pourtant par sa fronde plus mince, moins divisée, étirée vers le bas en une partie longue, étroite, par la couleur, qui est dans les échantillons âgés comme celle du *Porphyra miniata*, et plus claire dans les frondes jeunes. Ces plantes diffèrent encore par des caractères anatomiques. M. Agardh est arrivé à croire récemment (*Analecta*, p. 81), que l'échantillon du Groenland, qu'il a rapporté autrefois au *Rh. pertusa*, n'appartient pas à cette espèce, mais il reste indécis sur la question de savoir s'il appartient au genre *Rhodymenia* ou bien au genre nouveau *Ozophora*. Les échantillons que nous rapportons ici à la var. *latifolia* diffèrent en effet de la var. *typica*, mais les différences ne me paraissent pas assez grandes pour justifier une distinction spécifique. La plupart des échantillons, âgés d'un an au plus, n'atteignent que 20 centimètres de longueur, mais quelques échantillons, âgées de deux ans, atteignent une longueur double. La plus grande partie du thalle de ces derniers est couverte d'un sore presque continu, dont les tétraspores sont presque toutes sorties. La couche corticale des parties âgés est très épaisse et formée de cellules disposées en séries perpendiculaires à la surface.

Les particularités de cette variété sont dues probablement à ce qu'elle croît sur les stipes des Laminaires, où elle est mieux protégée contre les mouvements des vagues, et où elle ne risque pas d'être enveloppée dans la glace pendant l'hiver.

F. *quercifolia* Rosenv.

J'ai donné ce nom à quelques échantillons croissant sur les stipes du *Laminaria longicruris*. Elles ressemblent à la var. *latifolia*, mais s'en distinguent parce qu'elles sont profondément partagées en segments larges, obovés, divisés sur tout leur pourtour en lobes triangulaires obtus.

Gr. occid., entre 70° et 60° lat. N.

FAM. — RHODOPHYLLIDACEÆ.

RHODOPHYLLIS DICHOTOMA (Lepech.) Gobi.

Gr. occid., entre 73° et 60° lat. N.

EUTHORA CRISTATA (L.) J. Ag.

Gr. occid., entre 73° et 61° lat. N.

TURNERELLA Schmitz (1).

Frons membranacea, indivisa vel varie lobata, subgelatinosa vel chartacea; stratum medullare filis tenuibus, laxe cohærentibus et rhizoideis analogis intermixtis contextum; stratum corticale e cellulis interioribus majoribus et laxe cohibitis, exterioribus superficiem versus sensim minoribus et arctius concretis conflatum; corticis pars interior rhizoideis articulatis demum numerosioribus percursa, exterior cellulis interdum anticlinice seriatis conspicua; cellulæ glandulinæ magis minusve numerosæ cortici immersæ. — Sporangia ignota. Cystocarpia supra thallum sparsa, frondi immersa, utrinque parum aut nihil prominula, carpostomio demum aperta; plexus circumnuclearis nullus; cortici interiori rhizoideis condensato immersus gonimoblastus parvam præbet cellulam centralem, e cujus parte inferiore complures rami paniculatim ramosi, dense congesti et pauca fila sterilia inter se includentes, undique extrorsum radiantes exeunt; horum ramorum apices cymatim ramosi in articulis supremis gemmidia singula formant; gemmidia matura in peripherico nuclei parte sine ordine aggregata apparent.

Species typica *Turnerella Mertensiana* (Post. et Rupr.) Schmitz.

(1) Ce qui a trait aux genres *Turnerella* et *Callymenia* est dû à M. le professeur Fr. Schmitz.

Turnerella Pennyi (Harv.) Schmitz (Rosenv. *Groenl. Havalg.*, pl. II, fig. 3).

Syn. *Kallymenia Pennyi* Harv.

Les échantillons du Groenland concordent bien avec les exemplaires originaux de Harvey (récoltés dans Assistance Bay par Sutherland), dans l'herbier du Trinity College à Dublin. Dans le même herbier se trouvent des échantillons semblables récoltés par Lyall dans Queens Channel (1), tandis que l'échantillon récolté à Port Kennedy a une forme assez différente (2).

Le thalle n'est pas fixé, mais se trouve librement au fond de la mer, de même que le *T. rosacea;* il mesure jusqu'à 20 centimètres de diamètre et présente une forme très différente ; les échantillons jeunes ont une forme arrondie ou ovale et un bord irrégulièrement sinué ou lobé ; dans les échantillons âgés le thalle est plus irrégulier, quelquefois il se prolonge en grands lobes arrondis ou irréguliers, à bords irrégulièrement sinués ou denticulés. Le thalle est plan ou faiblement ondulé, souvent criblé de trous. La couleur est brun prourpre, à peu près comme dans le *Sarcophyllis edulis*, plus claire dans les échantillons jeunes, plus sombre dans les échantillons âgés. L'épaisseur de la fronde adulte est d'environ 300 μ : les échantillons jeunes sont un peu plus minces. A l'état sec le thalle est cartacé, assez rigide, opaque, n'adhère pas au papier; à l'état frais, il est charnu ferme et non gélatineux (3).

(1) Voir Dickie dans le *Journ. of the Linn. Soc. Botany*, vol. IX, 1867, p. 238.

(2) Voir Dickie dans le *Journ. of the Linn. Soc.*, vol. V, 1861, p. 86. — Il me paraît douteux que cet échantillon appartienne réellement à cette espèce. Il est palmatilobé à marge fort irrégulière ; la couleur est brun pourpre sombre, presque noirâtre; il se fait remarquer en outre par sa moelle plus dense et par ses cellules glandulaires plus petites et moins nombreuses.

(3) M. J. Agardh attribue à cette espèce une fronde « superne laciniata et a margine subcrenulato parce prolifera, prolificationibus stipitatis late obovatis in lacinias sensim excrescentibus ». De telles prolifications ne se trouvent ni dans les échantillons de Harvey ni dans ceux du Groenland.

(L'échantillon que M. Agardh a bien voulu me montrer dans son herbier concorde d'ailleurs par la couleur et la consistance avec les échantillons groenlandais. — L. K. R.)

En section transversale la couche corticale se montre un peu moins épaisse que la couche médullaire ; entre les filaments médullaires se trouvent des rhizoïdes minces, surtout dans les frondes âgées. Les cellules de la couche corticale sont disposées en 4 à 5 assises, les extérieures sont les plus serrées, les plus petites et les plus colorées. Des cellules glandulaires, à contenu réfringent, de grandeur et de nombre différents, se trouvent épars entre les cellules corticales extérieures.

Les sporanges et les cystocarpes sont inconnus ; les carpogones ont été observés sur un seul échantillon. Les filaments à carpogone, composés de 5 à 7 cellules courtes et épaisses, poussent vers l'intérieur des cellules intérieures de la couche corticale. La cellule terminale se transforme en carpogone, l'avant-dernière devient la cellule hypogyne, dont le contenu est très dense.

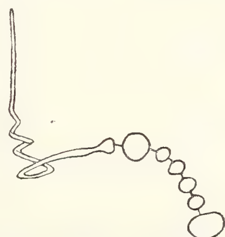


Fig. 13. — *Turnerella Pennyi.* — Filament à carpogone.

Cette espèce diffère du genre *Callymenia* par la structure des procarpes et par la présence des cellules glandulaires ; par les mêmes caractères elle concorde avec le genre *Turnerella* dont les espèces connues jusqu'ici habitent toutes la partie septentrionale de l'océan Pacifique (*Iridæa Mertensiana* Postels et Ruprecht, *I. punicea* Post. et Rupr. et *I. affinis* Post. et Rupr.). Je n'hésite donc pas à le rapporter au genre *Turnerella*, quoique les cystocarpes ne soient pas encore connus.

Gr. occid., entre 73° et 68° lat. N. (1).

Turnerella septemtrionalis (Kjellm.) Schmitz. (Rosenvinge, *Groenl. Havalg.*, pl. II, fig. 3).

Syn. : *Callymenia septemtrionalis* Kjellm.

Cette espèce est voisine de la précédente. Des échantillons

(1) Les échantillons groenlandais de *Callymenia Pennyi* mentionnés par M. Kjellman n'appartiennent probablement pas à cette espèce. Voir plus loin sous le *Callymenia sanguinea.*

authentiques que j'ai examinés, récoltés sur les côtes de Finmarken par M. Kjellman, étaient petits, mais la structure de la fronde montrait nettement que cette espèce appartient au genre *Turnerella* et non au *Callymenia.* Les échantillons groenlandais sont semblables par la forme et la structure.

Cette espèce diffère du *T. Pennyi* par ses frondes toujours fixées, petites, plus minces (quelquefois de moitié plus minces), arrondies ou ovales en sens transversal, par la marge inférieure largement tronquée ou réniforme (rarement cordiforme ou cunéiforme) et par le stipe très court. La couleur passe du rouge sanguin au brun pourpre clair. La structure est la même que dans le *T. Pennyi.* Les échantillons jeunes adhèrent au papier, tandis que les échantillons âgés s'en détachent facilement. Les sporanges et les cystocarpes sont inconnus; dans un seul échantillon (2 centimètres de long, 1 centimètre de large) j'ai observé des carpogones de la même structure que ceux du *T. Pennyi.*

Il est hors de doute que cette espèce appartient au même genre que le *T. Pennyi* (1). On pourrait plutôt émettre des doutes au sujet de la distinction du *T. septemtrionalis* et du *T. Pennyi*, et se demander s'il n'en serait pas simplement une forme. Cette dernière alternative me paraît pourtant peu probable, car j'ai trouvé des carpogones dans un petit échantillon typique du *T. septemtrionalis* et, d'ailleurs, le *T. Pennyi*, quoique beaucoup plus grand, n'a pas été observé sur les côtes du Spitzberg, de la Nouvelle-Zemble et de la Norvège, où l'on a récolté plusieurs fois le *T. septemtrionalis*. Je regarde donc le *T. septemtrionalis* comme spécifiquement distinct du *T. Pennyi.*

Gr. occid., entre 73° et 61° lat. N.

(1) Bien que je n'aie pas vu les cystocarpes du *Callymenia rosacea* J. Ag., je ne doute pas qu'il n'appartienne aussi au genre *Turnerella;* son thalle a la même structure et il contient les mêmes cellules glandulaires.

FAM. — **GIGARTINACEÆ.**

Callymenia sanguinea Schmitz (Rosenv. *Gr. Havalg.*, pl. II, fig. 4).

Je n'ai examiné qu'un seul échantillon groenlandais, très bien développé. La fronde, de 15 centimètres de largeur, est arrondie, largement cordiforme ; la base cunéiforme se contracte en un stipe très court, par lequel la plante est fixée au support. La fronde est asymétrique, dentée-lobée, à lobes larges, arrondis, se couvrant en partie les uns les autres, ondulée, à marge sinueuse, crénelée ou dentée çà et là. Elle adhère fortement au papier, à l'exception de la partie basilaire ; elle est rouge sanguin ou pourpre vineux ; ramollie dans de l'eau salée, elle est mollement charnue, assez gélatineuse, épaisse d'environ 160 à 190 μ.

La couche médullaire se compose de filaments minces, rameux, longitudinaux, entremêlés de nombreux rhizoïdes. La couche corticale intérieure, de la même épaisseur que la couche médullaire, offre des filaments flexueux, composés de cellules oblongues assez minces, et de nombreux rhizoïdes entremêlés. La couche corticale extérieure est un peu plus épaisse et parenchymateuse, ses cellules extérieures sont plus petites et plus serrées. La différence entre la couche corticale intérieure et la moelle s'efface peu à peu, les rhizoïdes devenant de plus en plus nombreux.

La fronde contient de nombreux procarpes de même forme que ceux du genre *Callophyllis* et une partie du genre *Callymenia :* les filaments à carpogone sont tricellulaires, à carpogone petit, partant d'une grande cellule qui émet plusieurs cellules claviformes à contenu dense. Les procarpes sont disposés en petits sores épars dans la fronde, ils se forment à la limite intérieure de la couche corticale extérieure, et les cellules claviformes s'avancent dans l'écorce intérieure. Les procarpes mûrissent séparément dans chaque sore, et les cystocarpes sont épars dans

toute la fronde. Un seul cystocarpe mûr, s'avançant un peu sur les deux faces de la fronde en forme de verrue, de couleur sombre, a été trouvé au centre de la fronde. Le noyau, assez inéquilatéral, a la structure typique du genre *Callymenia*, c'est-à-dire qu'on y voit de nombreuses spores agrégées en « nucléoles » dans les interstices des filaments rameux entremêlés.

Cette espèce est bien distincte du *C. reniformis* par la forme et la structure du thalle et par la structure des procarpes; elle se rapproche plutôt du *C. ornata* J. Ag. et des espèces alliées (*Iridæa lacera* Post. et Rupr., *I. pustulosa* Post. et Rupr., *I. heterocarpa* Post. et Rupr. et *I. pulchra* Kütz.). Autant que permettent d'en juger les descriptions et les figures de ces espèces, qui toutes sont des mers septentrionales, elles diffèrent toutes de notre espèce par la forme et l'aspect du thalle (1).

Gr. occid., à 73° lat. N. (2).

Phyllophora Brodiæi (Turn.) J. Ag.

Deux échantillons typiques ont été trouvés sur les côtes occidentales du Groenland, par 73° lat. N.

Cette espèce a été indiquée aussi dans le Groenland oriental par Zeller (*z. deutsche Nordpolf*, p. 85), mais il est probable que les échantillons appartiennent plutôt à la sous-espèce suivante.

Subsp. **interrupta** (Grev.) Rosenv.

Syn. *Phyllophora interrupta* (Grev., J. Ag.

Les échantillons groenlandais, peu nombreux, sont bien

(1) Je rapporte à cette espèce une Algue décrite par M. Farlow (*Proceed. of the Amer. Acad. of Arts and Sc.*, 1886, p. 479) sous le nom de *Kallymenia Pennyi* Harv.?, et dont j'ai examiné un échantillon authentique, que M. Kjellman a bien voulu me communiquer. Il concorde avec l'échantillon groenlandais par sa forme et sa structure, il en diffère seulement par un thalle plus mince et par l'écorce intérieure indistinctement développée, de sorte que la moelle paraît atteindre l'écorce extérieure. Quant aux procarpes et aux cystocarpes je n'y ai remarqué aucune différence.

(2) Les deux échantillons groenlandais récoltés par Wormskiold, mentionnés par M. Kjellman sous le nom de *Kallymenia Pennyi* appartiennent peut-être à cette espèce, mais je n'ai pas vu ces échantillons.

distincts du *Ph. Brodiæi* typique; mais comme des formes intermédiaires ont été observées dans des collections provenant d'autres parties de la mer Glaciale (par M. Gobi, M. Kjellman et moi-même), je n'hésite pas à réunir ces deux espèces; mais j'hésite à déterminer si c'est le *Ph. Brodiæi* ou le *Ph. interrupta* qui doit être regardé comme le type de l'espèce.

Gr. occid. entre 82 et 61° lat. N.

Gr. orient., probablement à 74° 30′ lat. N. (voir en haut).

Actinococcus subcutaneus (Lyngb.) Rosenv.

Syn. *Cætophora subcutanea* Lyngb. in *Fl. Dan.*, tab. 2135, fig. 2. *Actinococcus roseus* Kütz. *Phyc. gen.* 1843, p. 177.

Parasite dans le *Phyllophora Brodiæi* et le subsp. *interrupta*. M. le professeur F. Schmitz, qui a examiné et déterminé les échantillons du Groenland, a publié récemment un travail très intéressant sur le genre *Actinococcus* (*Flora*, 1893, p. 367).

Gr. occid. à 73° lat. N.

FAM. — GELIDIACEÆ.

Harveyella mirabilis (Reinsch) Schmitz et Reinke.

Dans quelques échantillons de *Rhodomela lycopodioides* il se trouvait des tubercules qui paraissent appartenir à cette espèce. M. Schmitz, qui a bien voulu examiner mes préparations microscopiques de cette Algue, n'est pas sûr de l'identité spécifique. Vu la grande affinité entre le *Rh. lycopodioides* et le *Rh. subfusca*, dans lequel on avait jusqu'ici trouvé le *H. mirabilis*, il me paraît pourtant assez probable que c'est bien la même espèce qui habite le *Rh. lycopodioides*. Quelques tubercules avaient des procarpes ou des cystocarpes, d'autres des anthéridies.

Gr. occid. à 69° lat. N.

FAM. — HELMINTHOCLADIACEÆ.

Chantransia virgatula (Harv.) Thur.

Les échantillons rapportés à cette espèce paraissent

convenir mieux avec la forme figurée par M. Farlow (*Mar. Alg. N. Engl.* pl. X, fig. 3 ; forma *Farlowii* Kjellm. *Arct. Sea*, p. 130) qu'avec la forme figurée par Harvey (*Phyc. Brit.*, pl. 313. Ils avaient les rameaux supérieurs plus serrés et unilatéraux.

Gr. occid. à 60° lat. N.

Chantransia secundata (Lyngb.) Thur.

Les plantes désignées sous ce nom sont très petites, les filaments sont portés par un disque basilaire pluricellulaire.

Gr. occid. à 61° lat. N.

Chantransia microscopica (Næg.) Fosl.

Les filaments sont portés par une seule cellule basilaire.

Gr. occid. entre 73° et 69° lat. N.

GENERA INCERTÆ SEDIS.

Halosaccion ramentaceum (L.) J. Ag.

Gr. occid. entre 82° et 60° lat. N.

Gr. orient. à 60° lat. N.

Hildbrandtia rosea Kütz.

Gr. occid. entre 72° et 61° lat. N.

II. BANGIOIDEÆ.

FAM. — BANGIACEÆ.

PORPHYRA Ag.

Subgen. DIPLODERMA (Kjellm.).

Fronde végétative souvent composée de deux assises de cellules.

Porphyra miniata (Ag.) Ag.

*Fronde végétative composée de deux assises de cellules.

α, *typica* nob.

Syn. *Diploderma miniatum* Kjellm.

Fronde plane ou peu ondulée, épaisse de 30 à 70 μ. Cel-

lules végétatives de la partie moyenne de la fronde carrées en section transverse.

β, *amplissima* (Kjellm.) nob.

Syn. *Diploderma amplissimum* Kjellm., *Wildemania amplissima* Fosl.

Fronde fortement et profondément ondulée. Cellules végétatives carrées ou rectangulaires en section transverse et perpendiculaires à la surface de la fronde.

γ. *tenuissima* (Strömf.) Foslie.

Syn. *Diploderma tenuissimum* Strömf.

Fronde généralement peu ondulée, plus mince que dans la var. précédente (25 à 36 μ). Cellules 2 à 4 fois plus larges que hautes.

** Fronde végétative composée d'une seule assise de cellules.

δ, *abyssicola* (Kjellm.) nob.

Syn. *Porphyra abyssicola* Kjellm.

Il y a quelques années déjà que M. Foslie a réuni les *Diploderma tenuissimum* et *amplissimum* avec le *D. miniatum*. Je suis tout à fait d'accord avec M. Foslie, mes recherches m'ayant montré que ces trois espèces sont intimement liées, au Groenland comme sur les côtes de Norvège, par des formes intermédiaires par la forme du thalle et par celle des cellules en section transverse. La couleur n'offre pas non plus de différence constante. D'après M. Kjellman, le *Diploderma miniatum* serait dioïque; M. Foslie pourtant en a trouvé un échantillon monoïque, et j'ai trouvé plusieurs échantillons semblables. Les anthéridies occupent une zone marginale large d'un côté du thalle, limitée vers l'intérieur par une ligne longitudinale distincte. Cette zone, qui s'étend jusqu'à la base, occupe souvent la moitié du thalle.

J'ai été amené à comprendre aussi sous ce nom le *Porphyra abyssicola* Kjellm. Non seulement j'ai trouvé dans la même localité des échantillons semblables par les caractères extérieurs, ne différant que par la structure mono- ou distromatique, mais j'ai trouvé même des échantillons en

partie monostromatiques, en partie distromatiques, offrant en section transverse tous les stades de bipartition des cellules (fig. 14 A et B). Ce n'était pas des cellules carpospores en voie de formation ; c'était bien des divisions végétatives.

Dans les formes distromatiques, du reste, la partie infé-

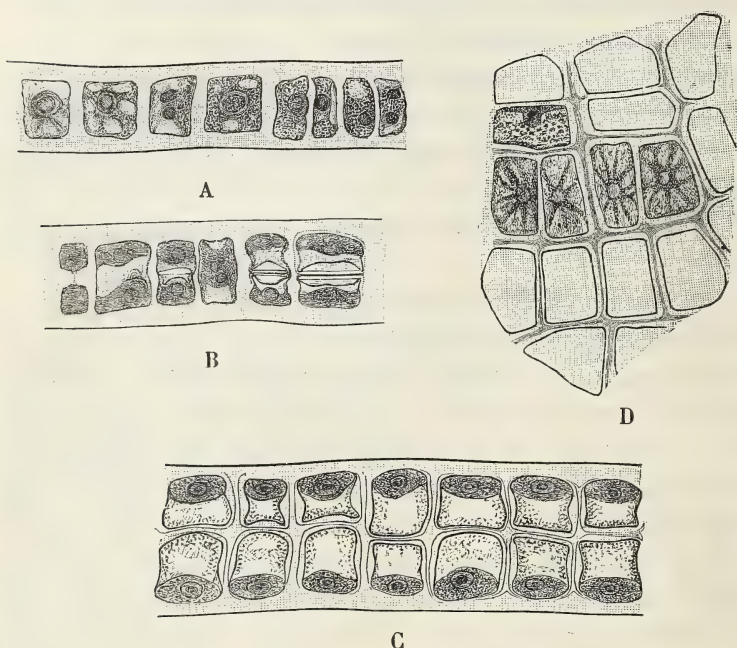


Fig. 14. — *Porphyra miniata.* — A-C, coupes transversales de frondes végétatives ; C, de la f. *typica ;* A et B, d'une forme intermédiaire entre celle-ci et la f. *abyssicola ;* les cellules sont en voie de division parallèlement à la fronde; D, partie d'une fronde végétative de la f. *typica*, vue de la face. 580 : 1.

rieure du thalle est composée d'une seule assise de cellules, et il n'est pas douteux que les formes distromatiques soient toujours monostromatiques à l'état jeune. Or, dans la var. *abyssicola*, cet état juvénile persiste, mais il ne faut pourtant pas regarder cette variété seulement comme une forme jeune, car elle peut être trouvée en fructification.

Gr. occid. entre 70° et 60° lat. N.

Gr. orient. entre 60° et 61° lat. N.

Subgen. EUPORPHYRA Rosenv.

Fronde végétative toujours monostromatique.

Porphyra umbilicalis (L.) J. Ag.

Gr. occid. entre 67° et 61° lat. N.

Bangia fuscopurpurea (Dillw.) Lyngb.

Gr. occid. entre 67° et 61° lat. N.

B. PHÆOPHYCEÆ.

FAM. — FUCACEÆ.

Ascophyllum nodosum (L.) Le Jol.

Gr. occid. entre 71° et 60° lat. N.

Fucus vesiculosus L.

La forme la plus commune est la forme *sphærocarpa* J. Ag. Quelquefois elle est sans vésicules, et les réceptacles sont faiblement marginés comme dans le *F. spiralis;* c'est alors surtout par ses conceptacles dioïques qu'elle s'en distingue.

Gr. occid. entre 71° et 60°.

Gr. orient. à 60° lat. N.

Fucus inflatus L.; M. Vahl (in *Fl. Dan.*, tab. 1127). Emend.

α, *edentatus* (De la Pyl.).

Syn. *F. edentatus* De la Pyl.

β, *evanescens* (Ag.).

Syn. *F. evanescens* Ag.

γ, *linearis* (Œd.).

Syn. *F. linearis* Œd., *F. filiformis* Gmel., *F. divergens* J. Ag.

La systématique des espèces de *Fucus* sans vésicules a donné lieu à bien des controverses. Des recherches attentives dans les collections et dans la nature m'ont montré que ces plantes sont très variables et que les variations sont dues surtout aux conditions extérieures. En effet, je n'ai pu trouver de limites distinctes entre les formes de ce groupe qui se rencontrent sur les côtes du Groenland,

et je me suis décidé à les réunir toutes sous le nom de *Fucus inflatus*.

La var. *edentatus* est assez rare et ne se trouve pas aussi bien développée que sur les côtes de Terre-Neuve. Elle se rapproche beaucoup de la var. *evanescens*.

La var. *evanescens* est la forme la plus commune. Elle varie beaucoup, surtout quant à la largeur de la fronde. Sur des rochers de la région littorale j'ai trouvé une forme très petite, fructifiant pourtant, qui concorde bien avec la f. *bursigera* (J. Ag.).

La var. *linearis* se trouve presque exclusivement dans les flaques de la région littorale. Les échantillons larges passent par des transitions insensibles à la var. *evanescens*, tandis que les frondes les plus fines n'ont que 5 millimètres de largeur. Les réceptacles sont souvent renflés et remplis d'air, surtout quand les flaques sont assez peu profondes pour que les réceptacles atteignent la surface de l'eau pendant la basse mer. Le *Fucus linearis* me paraît, à en juger par des échantillons groenlandais déterminés par M. Agardh, si peu différent de cette variété, qu'il ne m'est pas possible de l'en séparer. Il en est de même pour le *F. divergens* J. Ag.; M. Kleen et M. Kjellman l'ont rapporté au *F. ceranoides*, et cela peut être juste pour la plante norvégienne désignée sous ce nom, mais non pour le *F. divergens* du Groenland, qui croît dans des flaques de la région littorale, tandis que le *F. ceranoides* L. (1) croît toujours à l'embouchure des fleuves et des rivières. M. Agardh indique que les conceptacles du *F. divergens* sont diclines; je les ai trouvés hermaphrodites dans des échantillons authentiques, comme dans toutes les formes rapportées ici au *F. inflatus*.

FAM. — LAMINARIACEÆ.

Alaria Pylaii (Bory) J. Ag. emend.

α, typica nob.

(1) Le vrai *Fucus ceranoides* L. n'a pas été trouvé sur les côtes du Groenland.

Syn. *A. Pylaii* J. Ag.

Stipe court, le plus souvent 2 à 3 centimètres de long, rachis court, sporophylles serrés, lame courte, large, le plus souvent ovale lancéolée ou elliptique.

β, *membranacea* (J. Ag.) nob.

Syn. *A. membranacea* J. Ag.

Stipe de plus de 6 centimètres de long, rachis long, sporophylles inférieurs au moins épars, lame oblongue-lancéolée ou largement linéaire (rubanée) jusqu'à 1^m,4 de long et davantage, sporophylles souvent bifides dans les échantillons jeunes, et atteignant 50 centimètres dans les plantes âgées.

Sur les côtes de Groenland on trouve fréquemment des *Alaria* concordant avec l'*A. Pylaii* et l'*A. membranacea;* mais en outre des échantillons typiques on trouve souvent des échantillons intermédiaires. Dans la même localité on peut récolter, les uns près des autres, des échantillons semblables par le port, mais différant plus ou moins par des caractères auxquels on attribue généralement une importance systématique, tels que la longueur du stipe, la disposition des sporophylles et la forme de la base de la lame. La consistance de la lame paraît varier beaucoup selon la localité et l'âge; sur les côtes exposées on trouve surtout des échantillons à lame allongée, mince comme du papier, après exsiccation, tandis que, dans des localités abritées, la lame devient plus courte et plus consistante. Un échantillon intermédiaire à stipe court, mais concordant d'ailleurs avec la var. *membranacea*, ressemblait à l'*A. oblonga* Kjellm.

Les sores occupent dans les deux variétés la moitié inférieure cunéiforme des sporophylles. Dans un échantillon de la var. *membranacea* ils ne se continuaient pas jusqu'à la base des sporophylles; ils étaient oblongs, nettement limités et un peu plus larges que la partie stérile du sporophylle.

Gr. occid. au sud de 73° lat. N.

Gr. orient. à 60° lat. N.

Agarum Turneri Post. et Rupr.

Les échantillons les plus grands mesurent $1^m,5$ de long, 56 à 58 centimètres de large et ont un stipe long de 24 à 26 centimètres. La plante peut arriver jusqu'à environ 20 centimètres de long avant l'apparition des trous; généralement pourtant ceux-ci se forment plus tôt.

Gr. occid. au sud. de 76° lat. N.

Laminaria digitata (L.) Lamx.

Syn. *L. flexicaulis* Le Jol.

Un seul échantillon de cette espèce se trouve dans la collection de Vahl.

Gr. occid. au 60° lat. N.

Laminaria nigripes J. Ag. *emend.*

Cette espèce ressemble au *L. digitata;* elle s'en distingue par les caractères suivants : Par la dessiccation le stipe noircit, la lame devient brune et sa base noirâtre. Le sore est ordinairement continu et se trouve à la base de la lame, ou bien il s'y trouve plusieurs sores allongés. Le stipe contient presque toujours des canaux mucifères disposés en un ou deux cercles concentriques. Dans la lame, la couche médullaire est nettement limitée contre le tissu intermédiaire.

α, *longipes* (Kjellm.) nob.

Syn. *L. nigripes* forme *reniformis α, longipes* Kjellm.; *L. nigripes* J. Ag.

β, *atrofulva* (J. Ag.) nob.

Syn. *L. atrofulva* J. Ag.; *L. nigripes* Kjellm. ex parte (?).

γ, *fissilis* (J. Ag.) nob.

Syn. *L. fissilis* J. Ag.

En étudiant dans la nature et dans les collections de nombreux échantillons appartenant aux *L. nigripes*, *atrofulva* et *fissilis*, je me suis convaincu de l'impossibilité de les regarder comme des espèces distinctes.

Cette espèce, telle que je l'entends, offre bien des différences considérables dans la forme du thalle, mais ces différences ne sont pas plus grandes que chez le *L. digitata*

et elles dépendent en grande partie des conditions extérieures. Sur les côtes exposées on trouve surtout la var. *longipes*, dont le stipe est assez long (20 à 56 centimètres), la lame fendue en lanières nombreuses et étroites. Dans des localités plus abritées on trouve, dans la région sublittorale, la var. *atrofulva*, dont le stipe est plus court, ordinairement long de 3 à 16 centimètres et la lame fendue en lanières peu nombreuses et larges. La partie inférieure de la lame est le plus souvent indivise, fréquemment cucullée. La couleur de la lame est souvent plus foncée après la dessiccation que dans la première variété. La var. *fissilis*, enfin, habite les flaques de la région littorale, où elle ne peut pas atteindre de dimensions considérables ; elle y est plus exposée aux violences des vagues, qui déchirent généralement la lame en lanières assez nombreuses ; il arrive même que les fissures se prolongent jusque dans le stipe.

Le changement de lame a lieu, chez toutes les variétés, au printemps ; aux mois de mai et juin on voit encore les restes de la lame de l'année précédente, nettement limitées contre la nouvelle lame.

Les sores se comportent de la même manière dans les trois variétés. Je n'ai pas examiné d'échantillons récoltés en automne et en hiver, mais il semble qu'il se forme à l'automne un sore continu ou plusieurs sores séparés à la base de la lame ; dans les échantillons récoltés au printemps, on trouve souvent ces sores immédiatement au-dessus de la limite de la vieille lame. Outre ces sores normaux, on trouve parfois dans des échantillons récoltés pendant l'été des sores linéaires épars, tantôt dans la partie supérieure, tantôt dans la partie moyenne ou inférieure de la lame, tantôt s'étendant même dans toute la longueur de la lame. Je présume que ces sores sont dus à ce que le sore de l'année précédente s'est prolongé un peu au-dessous de l'endroit où se forme la nouvelle lame, de manière que des parties de l'ancien sore se sont continuées dans la nouvelle lame et ont pris une forme linéaire en suivant la direction de sa crois-

sance. Ces sores ne seraient alors pas des commencements du sore nouveau, mais des restes du sore de l'année précédente.

La structure anatomique n'offre pas non plus de différences essentielles entre les trois variétés. Ordinairement le stipe présente en section transversale un cercle de canaux mucifères assez grands, serrés, allongés dans le sens radial. On trouve fréquemment en outre un cercle extérieur de canaux plus petits; mais ce cercle est souvent incomplet, interrompu çà et là. Deux cercles se trouvent surtout dans les deux premières variétés. D'après M. Kjellman, le *L. fissilis* manquerait de canaux mucifères dans le stipe. J'ai fait la même observation sur quelques échantillons; le plus souvent, pourtant, le stipe contenait un cercle de canaux tantôt grands et serrés, tantôt plus petits et formant un cercle plus ou moins discontinu, tantôt seulement épars. Dans quelques échantillons le stipe en contenait même deux cercles.

Gr. occid. au sud de 73° (77° 30′?) lat. N.

Gr. orient. 60° (—74° 32′?) lat. N.

Laminaria longicruris de la Pyl.

Cette Laminaire est l'Algue la plus grande des côtes du Groenland. Son stipe mesure jusqu'à 5 mètres de long, la lame jusqu'à 4 mètres de long sur 60 centimètres de large. Cependant l'espèce n'est peut-être pas aussi bien limitée vis-à-vis des deux espèces suivantes qu'on serait porté à le croire tout d'abord. Près de la limite de la basse mer on trouve des échantillons à stipe plus court, et dans les contrées septentrionales on trouve, dans des localités moins abritées, des échantillons se rapprochant beaucoup du *L. cuneifolia.* D'autre part, l'espèce a beaucoup de ressemblance avec le *L. groenlandica*, dont elle ne diffère que par son stipe creux et généralement plus long. Cependant, la cavité peut apparaître à des époques assez différentes ; on peut trouver des échantillons assez petits à stipe creux, tandis que, dans des échantillons beaucoup plus grands, le stipe reste encore

solide. Il est possible que la cavité manque complètement parfois, et il y aurait à rechercher si cette espèce est bien distincte de la suivante.

Les contradictions de la bibliographie au sujet des canaux sécréteurs s'expliquent, comme l'a fait observer M. Guignard (1), par ce que les canaux se trouvent seulement « dans la partie basilaire, pleine, du stipe et dans la région où il commence à se creuser ». Dans quelques échantillons pourtant je les ai vus se continuer assez loin dans la partie creuse du stipe. Le niveau jusqu'où ils s'élèvent paraît varier avec les individus et avec l'âge.

Gr. occid. entre 81° et 62° lat. N.

Laminaria groenlandica Rosenv.

Syn. *L. caperata* de la Pyl.?

Le stipe est, dans les échantillons adultes, long de 30 à 75 centimètres, cylindrique ou un peu comprimé vers le haut. La lame ressemble à celle du *L. longicruris*, elle est pourtant en général plus ferme, linéaire-oblongue, moins souvent plus lancéolée ou obovée, mesurant jusqu'à 1 mètre de long et 60 centimètres de large; la base est arrondie ou largement cunéiforme, rarement cordiforme, dans des échantillons âgés; la partie médiane est ordinairement munie de deux séries de bulles; la marge est fortement et profondément ondulée. Dans les échantillons âgés la lame est très large, mais relativement courte. Le sore forme une tache médiane commençant au sommet, se continuant jusqu'à la base de la lame.

Le stipe contient un cercle continu de canaux mucifères arrondis ou allongés dans le sens radial. Quelquefois ils font défaut dans la partie supérieure du stipe. Dans la lame la couche médullaire est nettement limitée vis-à-vis de la couche intermédiaire; les canaux mucifères se trouvent recouverts par une ou plusieurs couches de cellules.

Cette espèce est, comme nous l'avons déjà fait remarquer,

(1) *Annales des sc. nat.*, 7e sér., t. XV, p. 36.

très voisine du *L. longicruris*. Il est à remarquer qu'elle est très commune au sud de 62° lat. N., tandis que le *L. longicruris* ne dépasse pas cette limite vers le sud. Le *L. Agardhii* en diffère par le manque de canaux mucifères. Quant au *L. caperata* de la Pyl., il est possible que cette espèce encore incomplètement connue soit identique à notre espèce; d'après la description et les figures de de la Pylaie, il paraît en différer par une lame plus longue et plus étroite, à base cunéiforme, ridée et plus ferme.

Gr. occid. au sud de 62° lat. N.

Gr. orient. à 60° lat. N.

Laminaria cuneifolia J. Ag.

La plupart des échantillons sont très uniformes; ils ont un stipe très court, long de 2 à 6 centimètres; la lame peut atteindre 1^{m},25 de long sur 12 à 20 centimètres de large. On trouve pourtant quelquefois des échantillons, d'ailleurs typiques, à stipe plus long, et dans les contrées septentrionales j'ai trouvé des échantillons typiques reliés par des formes intermédiaires à des échantillons à stipe long, ne différant du *L. longicruris* que par leur stipe solide. Comme on trouve aussi des formes de cette dernière espèce à stipe relativement court, il ne serait pas hors de propos de se demander si ces deux espèces, dans leurs formes typiques extrêmement différentes, sont réellement distinctes. En effet, il ne me paraît pas impossible que la même espèce puisse prendre, dans des localités exposées, la forme du *L. cuneifolia*, dans les localités abritées la forme du *L. longicruris;* mais mes recherches ne sont pas assez complètes pour résoudre cette question. — Le sore parcourt quelquefois la fronde dans presque toute sa longueur. — Les échantillons typiques à stipe court n'ont généralement pas de canaux mucifères dans le stipe, tandis qu'on en trouve généralement dans les échantillons à stipe allongé.

Gr. occid. entre 73° et 69° lat. N.

Laminaria solidungula J. Ag.

Gr. occid. entre 73° et 62° lat. N.

Saccorhiza dermatodea (*de la Pyl.*) J. Ag.

Syn. *Phyllaria dermatodea* (de la Pyl.) Kjellm. et *Ph. lorea* (Bory) Kjellm.

D'après M. Kjellman il y aurait deux espèces du genre (ou sous-genre) *Phyllaria* dans la mer Arctique : *Ph. dermatodea* et *Ph. lorea*. M. Foslie a cependant en 1890 rapporté au *Ph. dermatodea* une forme ressemblant *closely* au *Ph. lorea* (1), et l'année suivante M. Setchell a, dans un travail important et détaillé sur l'espèce qui nous occupe (2), démontré que la *Ph. lorea* n'est qu'une forme jeune du *Saccorhiza* (*Phyllaria*) *dermatodea*. Avant la publication des travaux de MM. Foslie et Setchell, j'avais moi-même trouvé qu'il était impossible de distinguer nettement les deux espèces de M. Kjellman. Les caractères extérieurs n'étaient pas constants et les cellules longues, sclérenchymateuses qui, d'après M. Kjellman, seraient caractéristiques pour le *Ph. dermatodea*, manquaient complètement dans quelques échantillons; dans d'autres (même dans des échantillons très grands), elles se trouvaient seulement dans la partie inférieure du stipe, ou bien elles se prolongeaient jusqu'au milieu ou à la partie supérieure du stipe, et dans les échantillons fructifiés elles se trouvaient presque toujours même dans la lame. Leur apparition dépend surtout de l'âge, comme l'a fait observer M. Setchell, et probablement aussi des conditions extérieures. Je me range donc à l'avis de M. Setchell et je considère le *Ph. lorea* comme une forme jeune du *Ph. dermatodea*.

Cette espèce est assez variable quant à la forme, la consistance et la division de la lame, quant aux cryptostomates, etc. Les échantillons les plus grands que j'aie observés avaient une lame rubanée, indivise, très longue ; le plus grand, encore stérile, mesurait 3^{m},5 de long sur 40 centimètres de large et il avait un stipe long de 38 centimètres. Les échantillons fructifiés que j'ai observés n'étaient pas

(1) *Contributions*, I, p. 74.
(2) *Life-history of Saccorhiza dermatodea* (Proceed. Amer. Acad. of Arts and Sciences, vol. XXVI).

aussi longs, mais souvent plus larges; leurs lames étaient plus solides, indivises ou peu divisées; le plus grand avait le stipe long de 52 centimètres, la lame longue de 1^{m},10, large de 50 centimètres.

L'espèce est annuelle sur les côtes de l'Amérique d'après les observations de De la Pylaie et de M. Setchell, et il paraît en être ordinairement de même sur les côtes du Groenland, mais la plante a été observée à peu près exclusivement pendant l'été. Dans le Groenland méridional le développement paraît commencer au printemps, ou peut-être dès l'automne; au mois de juin on trouve des échantillons jeunes, stériles. La fructification commence à la fin de l'été, au mois d'août, et la plante meurt probablement pendant l'hiver. J'ai observé pourtant quelques cas exceptionnels; ainsi j'ai trouvé au mois de juin des échantillons portant au sommet une lame de l'année précédente; un de ces échantillons portait à la base un sore jeune. A un autre endroit j'ai trouvé au mois de juillet un fragment d'un échantillon adulte avec des sores mûrs; et au Groenland septentrional (70° lat. N.) M. Hartz a récolté des échantillons tout jeunes aux mois de juillet et août et des échantillons fructifiés en août. Il paraît donc que la plante peut durer plus d'un an sur les côtes du Groenland.

Gr. occid. au sud de 70° lat. N.

FAM. — CHORDACEÆ.

Chorda filum (L.) Stackh.

Atteint une longueur de 2 mètres.

Gr. occid. au sud de 70° lat. N.

Chorda tomentosa Lyngb.

Trouvé avec des sporanges au mois d'août.

Gr. occid. entre 70° et 61° lat. N.

FAM. — CHORDARIACEÆ.

Chordaria flagelliformis (O. F. Müll.) Ag.

La plupart des échantillons de cette espèce très com-

mune appartiennent à la f. *typica* Kjellm.; quelques-uns concordent bien avec la f. *chordiformis* qui atteint une longueur d'un mètre.

Gr. occid. au sud de 76° lat. N.

Gr. orient. à 60° lat. N.

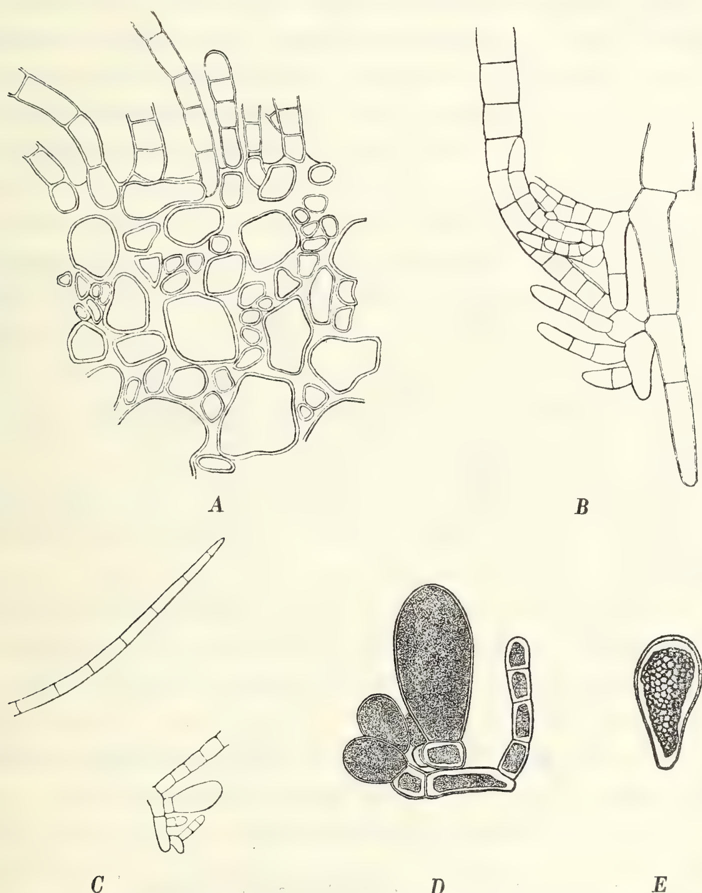


Fig. 15. — *Myriocladia callitricha*. — A, partie d'une coupe transversale d'un axe avec les parties basilaires des poils ; B, partie d'une coupe longitudinale montrant la disposition et la ramification des poils; C, partie d'un filament périphérique d'un axe portant des poils et un sporange; en haut on voit la partie supérieure du poil dont la base se voit dans la figure inférieure; D et E, sporanges. A, B, D et E, 530 : 1. C, 230 : 1.

Myriocladia callitricha Rosenv. *Grœnl. Havalger*, pl. I, fig. 3 et 4.

Le thalle est filiforme, rameux, mou, tubuleux au moins en bas. L'axe primaire est distinct; il a jusqu'à 20 centimètres de long; il est couvert sur toute sa longueur de rameaux simples ou très peu rameux, beaucoup plus courts que l'axe primaire. Toute la surface de la plante est revêtue de poils bruns, ramifiés seulement à la base ou simples, qui peuvent avoir 2 millimètres de long, 10 à 15 μ de diamètre, un peu atténués à la base, longuement atténués vers le sommet; leurs cellules sont peu ou pas renflées, les inférieures à peu près aussi longues que larges, les supérieures deux à quatre fois plus longues, toutes contenant des chromatophores. Les axes, qui ont environ 5 millimètres de diamètre, sont composés de longues cellules hyalines, entre lesquelles se trouvent des filaments secondaires plus minces. Les sporanges uniloculaires, obovés, 16 à 19 μ de large sur 30 à 35 μ de long, remplaçant les poils, sont placés sur la base des poils ou sur les filaments périphériques de l'axe, sessiles ou portés par une cellule courte.

Cette espèce diffère des autres espèces de l'hémisphère boréal par sa grandeur et par la forme et la ramification des poils.

Les poils sont complètement libres et non pas enveloppés d'une gelée comme chez les *Mesogloia*. A la périphérie de l'axe, de nouveaux filaments primaires longitudinaux naissent de la base des poils et se dirigent vers le bas. L'échantillon le plus grand que j'aie vu était pourvu de nombreux sporanges; il avait commencé à perdre ses poils.

Gr. occid. entre 65° et 64° lat. N.

FAM. — DESMARESTIACEÆ.

Desmarestia aculeata (L.) Lamour.

Gr. occid., très commun au sud de 81° lat. N.

Gr. orient. à 75° lat. N.

(?) Var. *media* (Ag.) J. Ag.

Deux échantillons, récoltés au mois d'août par 70° lat. N., diffèrent de la forme ordinaire de cette espèce, en ce qu'ils

présentent quelques rameaux opposés, une substance plus molle et un thalle plus épais, muni de poils longs, serrés, sans épines. Dans chaque échantillon deux paires des rameaux inférieurs étaient opposées, tandis que les autres rameaux étaient alternes. Ces échantillons semblent appartenir à la var. *media* (Ag.); ils concordent surtout avec le *D. hybrida* Kütz. (*Tab. phyc.* IX, Tab. 93). Dans le *D. aculeata* ordinaire, je n'ai pas trouvé de rameaux opposés.

Desmarestia viridis (O. F. Müll.) Lamour.

Gr. occid. au sud de 73° lat. N.

FAM. — **DICTYOSIPHONACEÆ.**

Dictyosiphon fœniculaceus (Huds.) Grev.

Gr. occid., les formes *typica* et *flaccida* sont communes au sud de 73° lat. N.

Gr. orient. à 60° lat. N.

Dictyosiphon hispidus Kjellm.

Un échantillon du Groenland occidental (69° lat. N.) semble appartenir à cette espèce. Il est pourvu dans toute son étendue de nombreux rameaux fins et courts; cependant il a noirci par la dessiccation, tandis que cette espèce devient d'ordinaire brun olive.

L'*Enteromorpha ramulosa*, indiqué par Zeller pour le Groenland oriental, appartient, d'après M. Kjellman, à cette espèce.

Dictyosiphon hippuroides (Lyngb.) Kütz.

Gr. occid. au sud de 73° lat. N.

Dictyosiphon corymbosus Kjellm.

L'attribution de cette espèce à la flore du Groenland n'est pas indiscutable. Strœmfelt lui a rapporté un échantillon récolté par M. Th. Holm à Upernivik (env. 73° lat. N.), mais cet échantillon consiste en fragments, et la ramification ne peut y être observée. Dans la même localité, j'ai récolté un échantillon qui diffère de la description de M. Kjellman par des branches de premier ordre très rameuses. Un troisième échantillon concorde par ses sporanges

grands et disposés en groupes, mais il diffère par l'axe primaire relativement long, portant un grand nombre de rameaux plus courts et plus minces que lui.

Dictyosiphon Chordaria Aresch., forme *dumontioides* Rosenv.

Dans cette forme robuste, l'axe primaire porte des rameaux peu nombreux, pour la plupart simples, ayant jusqu'à 60 centimètres de long, 1 millimètre de diamètre, creux, à paroi épaisse composée de cinq assises de cellules au moins. La plante ressemble au *Dumontia filiformis*.

Gr. occid. à 61° lat. N.

Coilodesme bulligera Strömf. (*Algveg. v. Isl. Kuster*, p. 48).

Gr. occid. entre 64° et 61° lat. N.

Gr. orient. à 60° lat. N.

FAM. — SCYTOSIPHONACEÆ.

Phyllitis fascia (O. F. Müll.) Kütz.

Gr. occid. au sud de 67° lat. N.

Phyllitis zosterifolia Rke (*Agenfl. d. westl. Ostsee*, p. 61).

Un seul échantillon défectueux a été rapporté avec quelque doute à cette espèce. Le fragment est long de 24 cent., 5, large de 2 millimètres et épais de 0 mill., 2. La section transversale du thalle est linéaire, tandis que, d'après la description de M. Reinke, elle devait être oblongue-ovale. Le thalle est couvert de nombreuses houppes de poils, tandis que les échantillons européens, que j'ai examinés, en étaient complètement ou à peu près dépourvus.

Gr. occid. à 70° lat. N.

Scytosiphon lomentarius (Lyngb.) J. Ag.

α, *typica*.

β, *complanata* Rosenv.

Dans des localités abritées, surtout dans la région sublittorale, on trouve fréquemment une plante d'un aspect assez différent du *Scytosiphon lomentarius* typique, mais qui est pourtant reliée avec lui par des formes intermédiaires.

Le thalle atteint jusqu'à 30 centimètres de long et 4 mill., 5 de large, il est comprimé, sans rétrécissements, mou, jaunâtre à l'état frais, verdâtre après dessiccation. A l'état fructifère, il ne contient pas de paraphyses comme la var. *typica*. Par son thalle comprimé et le manque de paraphyses, il ressemble au *Phyllitis zosterifolia*, dont il diffère pourtant par son thalle constamment creux. Cependant, d'après M. Reinke (1), le thalle de cette plante devient souvent creux, du moins en partie, et alors la différence est faible entre les deux genres. M. Reinke a insisté sur la fronde bilatérale des *Phyllitis*, et l'a opposée à la fronde cylindrique des *Scytosiphon;* on verra que cette différence n'est pas absolue. Dans la var. *complanata*, je trouvai toujours des faisceaux de poils.

Gr. occid. au sud de 70° lat. N. (α et β).

Delamarea attenuata (Kjellm.) Rosenv.

Syn. *Scytosiphon attenuatus* Kjellm., *Delamarea paradoxa* Hariot (*Journal de botanique*, III, 1889, p. 156), *Physematoplea attenuata* Kjellm. (*Handb.* p. 60).

Les échantillons à sporanges uniloculaires concordent bien avec le *Delamarea paradoxa*, dont j'ai pu comparer des échantillons authentiques obligeamment envoyés par M. Hariot, tandis que les échantillons à sporanges pluriloculaires ne sont pas moins concordants avec le *Scytosiphon attenuatus* Kjellm. Je regardais donc ces deux plantes comme appartenant à la même espèce, quand les sporanges uniloculaires ont été trouvés chez la plante décrite par M. Kjellman (2). Seulement au sujet de l'appareil de fixation, il y a une divergence entre la description de M. Kjellman et celle de M. Hariot ; d'après celle-ci, il serait formé par « des rhizoïdes filamenteux articulés, dont quelques-uns jouent le rôle de stolons et émettent de nouvelles frondes autour de la plante primaire », tandis que M. Kjellman le décrit comme un disque fixateur peu élevé. Dans les échantillons du Groenland, j'ai trouvé un petit disque fixateur composé de filaments descendants, mais

(1) *Algenflora d. westl. Ostsee*, p. 62.
(2) Kjellman, *Handbok*, p. 60, Foslie, *Contrib.*, I, p. 98.

n'émettant pas de nouvelles frondes. Quelques échantillons jeunes n'étaient pas encore creux, alors même qu'ils avaient déjà commencé à former des sporanges. Les deux sortes de sporanges se trouvent toujours sur des individus différents (1).

Gr. occid. entre 70° et 61° lat. N.

Gr. orient. à 60° lat. N.



Fig. 16. — *Cœlocladia arctica*. — Plante dans la grandeur naturelle.

COELOCLADIA Rosenv.

Thalle cylindrique, rameux, à point végétatif intercalaire (trichothallique). Les sporanges pluriloculaires, occupant toute la surface du thalle, sont brièvement cylindriques, le plus souvent latéralement concrescents au nombre de 2 à 4.

Coelocladia arctica Rosenv.

Le thalle a environ 10 centimètres de haut ; l'axe primaire est distinct ; il porte sur toute sa longueur des rameaux de longueur différente, simples ou peu rameux. Les jeunes segments, situés au-dessous du point végétatif, sont courts et se divisent par des cloisons verticales et horizontales en cellules rectangulaires. Dans la fronde adulte la cavité centrale est entourée de grandes cellules arrondies en dedans desquelles se trouvent çà et là des filaments descendants. Les cellules périphériques, disposées en deux ou trois assises, sont beaucoup plus petites, disciformes, à peu près carrées, vues de l'extérieur, et

(1) M. Kjellman, dans Engler et Prantl, *Natürl. Pflanzenfamilien*, I. Teil. 2. Abteilung, p. 203, distingue les genres *Physematoplea* et *Delamarea* par la différence de l'appareil fixateur que nous avons mentionnée dans la description. Quoique je ne sache pas comment expliquer cette différence, les deux plantes me paraissent si semblables que je ne puis douter de leur identité.

contenant des chromatophores disciformes. Des poils à point végétatif basilaire se trouvent épars sur la fronde. Les sporanges sont deux à trois fois plus longs que larges, arrondis au sommet, le plus souvent latéralement concrescents en petits sores émanant de la couche périphé-

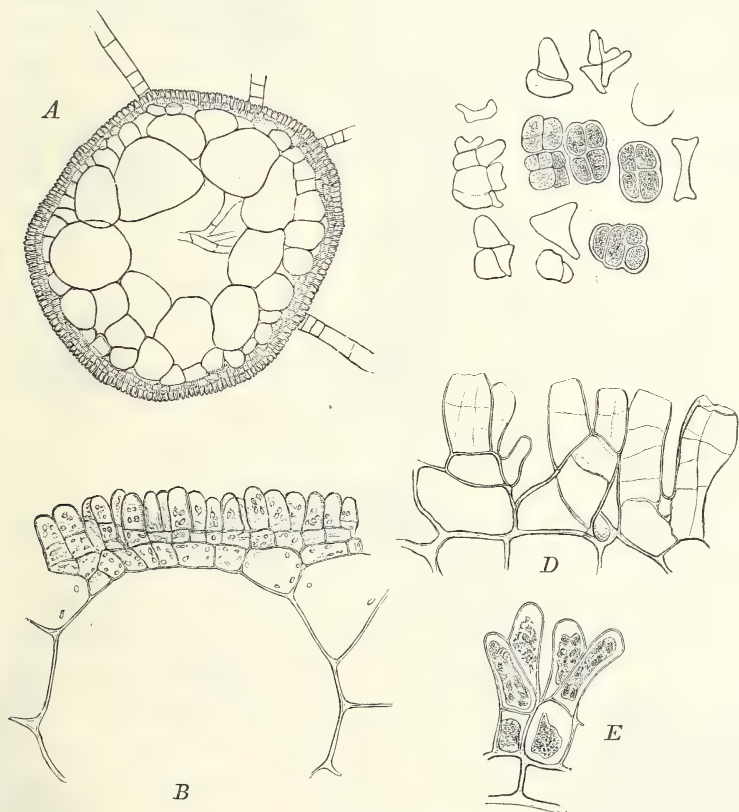


Fig. 17. — *Cœlocladia arctica.* — A, coupe transversale du thalle, 80 : 1 ; B, partie d'une coupe transversale, 240 : 1 ; C, sporanges, en partie vidés, vus de dehors, 580 : 1 ; D, partie d'une coupe transversale avec des sporanges vidés, 580 : 1 ; E, jeunes sporanges, 580 : 1.

rique ou portés par un stipe court, uni-bicellulaire. Ils contiennent peu de loges (quelquefois deux seulement), chacune avec plusieurs zoospores ; les cloisons transversales sont très minces et ne sont guère visibles qu'après la déhiscence des sporanges qui a lieu au sommet. Entre les spo-

ranges se trouvent souvent des cellules à contenu brun ; je ne

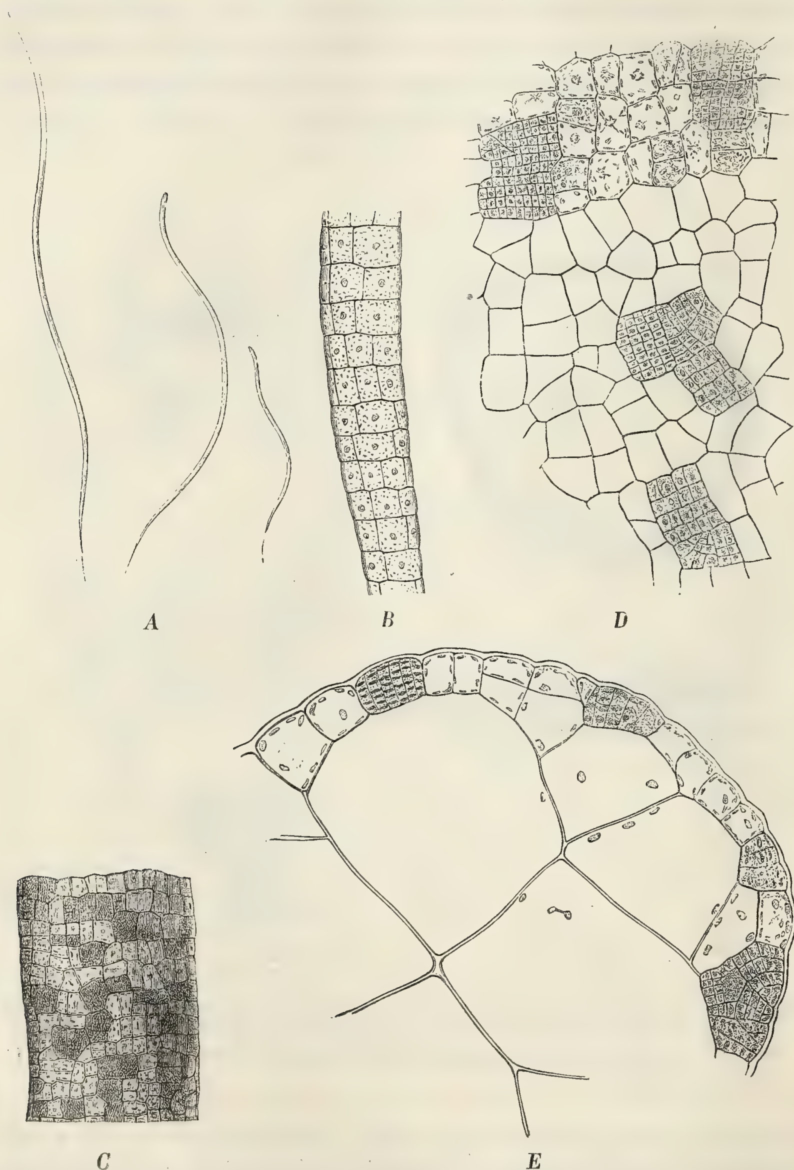


Fig. 18. — *Pogotrichum filiforme* Rke β, *setiforme* Rosenv. — A, plantes en grandeur naturelle; B, fragment de la partie inférieure stérile, 350 : 1; C, fragment de la partie moyenne d'une fronde avec des sporanges, 115 : 1; D, partie de la surface avec des sporanges, 240 : 1; E, coupe transversale de la même plante, 240 : 1.

sais si elles doivent être regardées comme des sporanges avortés ou comme des paraphyses.

J'ai rangé cette plante, dont je n'ai examiné que deux échantillons incomplets, parmi les Scytosiphonacées à cause de ses sporanges pluriloculaires occupant toute la surface de la fronde, malgré sa fronde rameuse. Les sporanges me paraissent surtout semblables à ceux de l'*Halothrix lumbricalis* (Kütz.) Reinke et du *Kjellmania sorifera* Reinke ; il me paraît que cette dernière plante pourrait bien être voisine de la nôtre, bien que ses sporanges n'occupent pas toute la surface de la fronde. — Gr. occid. à 70° lat. N.

Fam. PUNCTARIACEÆ.

Stictyosiphon tortilis (Rupr.) Reinke.

Gr. occid. entre 72° et 61° lat. N.

Pogotrichum filiforme Rke (*Atlas*, Taf. 41).

α, *penicilliforme*, Rosenv.

Les échantillons rapportés à la var. *penicilliforme* se trouvent sur les lames des Laminaires et de l'*Agarum*, et concordent complètement avec la description de M. Reinke. Quelquefois on trouve pourtant des frondes un peu plus épaisses, offrant à l'intérieur de la fronde des cellules ne prenant aucune part à la formation des sporanges et souvent plus grandes que les cellules périphériques.

β, *setiforme*, Rosenv.

Dans cette variété, qui a été trouvée sur des rochers et des Algues (*Chætomorpha Melagonium*), les frondes sont plus grosses, sétiformes, atteignent 10 centimètres de long et 5 millimètres de diamètre. Vers la base la fronde s'amincit, mais se compose pourtant de plusieurs cellules dans chaque article. Les cellules intérieures sont très grandes et hyalines ; dans une coupe transversale, on en voit fréquemment quatre se touchant au centre et remplissant presque tout l'intérieur de la fronde jusqu'à la couche périphérique dont les cellules contiennent plusieurs chromatophores disciformes. Les sporanges pluriloculaires qui sont épars sur toute la surface de

la fronde, à l'exception de la partie inférieure atténuée, sont formés par des cellules périphériques sans changement de forme ; vus de dehors ils sont à peu près carrés, mais souvent plusieurs cellules contiguës sont transformées en sporanges. — Je n'ai observé ni poils ni rhizoïdes, ni dans l'espèce principale ni dans la var. *setiforme* (1).

Gr. occid. entre 70° et 62° lat. N.

Punctaria plantaginea (Roth.) Grev.

Gr. occid. entre 69° et 61° lat. N.

Omphalophyllum Rosenv.

Le thalle est probablement d'abord creux et se rompt bientôt d'un côté, en s'étalant en une lame membraneuse, composée d'une ou deux assises de cellules, dépourvue de poils, fixée au support par un stipe court, ombilical. Les sporanges uniloculaires sont épars, de même forme que les cellules végétatives.

Omphalophyllum ulvaceum Rosenv. (*Groenl. Havalger*, pl. II, fig. 1 et 2).

Le stipe est court, jusqu'à 1 millimètre de long, plein, fixé au support par un disque formé de rhizines minces, infundibuliforme en haut et atténué en lame membraneuse, de forme très irrégulière, diversement lobée ou lacérée, fragile, atteignant 17 cent., 5 de diamètre, olive clair (comme le *Punctaria latifolia*), n'adhérant pas au papier, composée d'une ou deux assises de cellules, et de plusieurs près du stipe. Les cellules, contenant un noyau et plusieurs chromatophores disciformes, sont régulièrement disposées, à peu près carrées vues de face, un peu plus hautes que larges sur la section transversale de la fronde distromatique. Les sporanges unicellulaires sont épars, rarement contigus, de la même forme que les cellules végétatives ou un peu plus renflés ; ils se vident par un grand orifice situé dans la face de la fronde.

(1) Dans quelques échantillons de la var. α, qui semblaient avoir végété quelque temps après avoir été arrachés, j'ai trouvé pourtant des rhizoïdes nés de divers points de la fronde, même loin de la base.

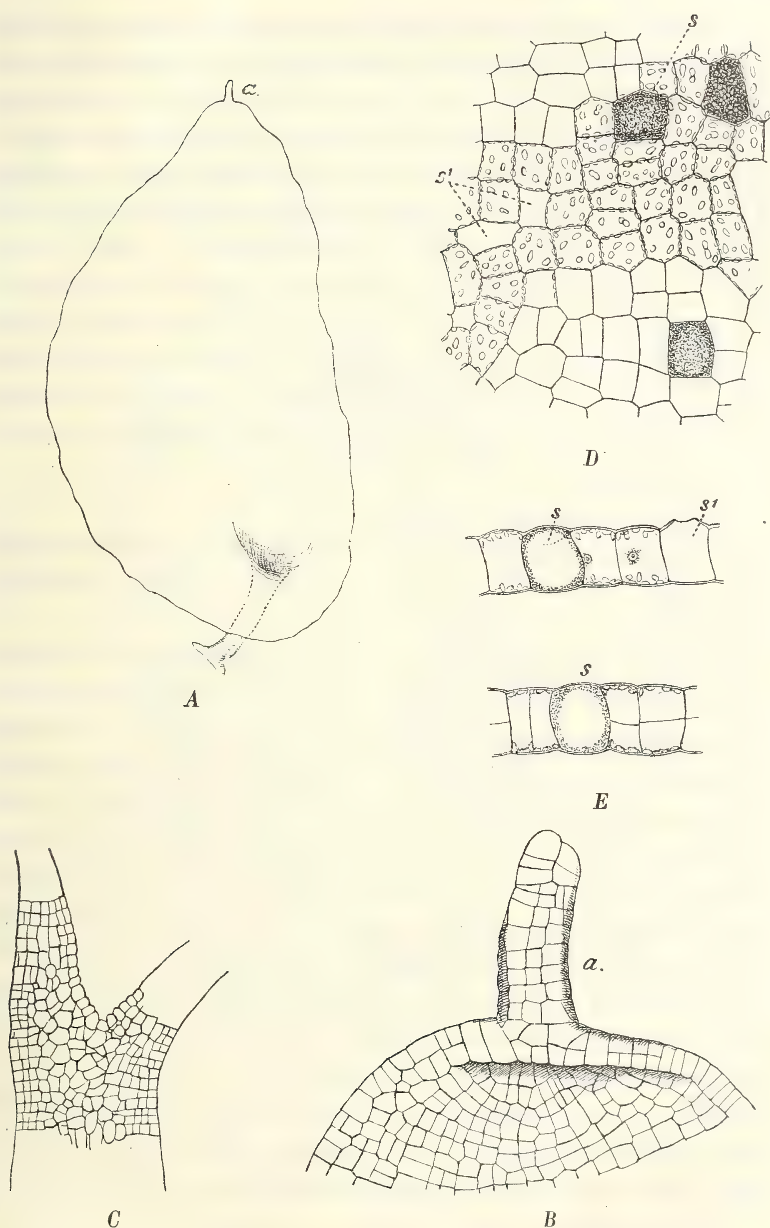


Fig. 19. — *Omphalophyllum ulvaceum.* — A, jeune plante; *a*, le sommet primitif cylindrique, 18 : 1; B, partie supérieure de la même plante, 160 : 1; C, section longitudinale de la partie supérieure du stipe se continuant dans la lame, 54 : 1; D, partie d'une fronde avec des sporanges (*s*); *s'*, des sporanges vidés, 235 : 1; E, sections transversales de frondes avec des sporanges, 235 : 1.

Il ne m'a pas été possible de suivre dès le commencement le développement de cette Algue intéressante, mais la jeune plante reproduite par la fig. 12 A et B ne laisse guère douter que le développement s'opère à peu près comme dans le genre *Monostroma* (comp. fig. 48). Le prolongement *a* est sans doute le sommet primitif de la plante ; au-dessous de lui le bord de la fronde est épaissi et replié. Probablement le thalle commence par être filiforme, cylindrique ; puis il se creuse à l'exception du sommet et de la base, et se rompt bientôt après d'un côté. La plante rappelle le genre *Punctaria* par la forme et la disposition des sporanges ; elle s'en distingue par son développement et son mode de fixation, et par le manque de poils.

Gr. occid. à 64° lat. N. (1).

Phæosaccion Collinsii Farl. (*Bull. of the Torrey Botan. Club.*, vol. 9, 1882, p. 65. — Rosenv. *Groenl. Havalg.*, pl. I, fig. 5).

Le thalle ressemble par la forme et la structure à un *Enteromorpha*, il est tubuleux, très mou (presque comme un *Schizonema*) et absolument dépourvu de poils. Il se distingue pourtant facilement d'un *Enteromorpha*, par sa couleur brune, par la manque d'amidon et par les membranes que le chloroiodure de zinc ne bleuit pas. La plante comprend, au début, comme l'a démontré M. Farlow, une seule série de cellules ; des cloisons longitudinales apparaissent d'abord dans la partie moyenne de la plante qui se creuse, tandis que la partie supérieure et la base de la plante restent encore quelque temps à l'état filiforme du début ; c'est surtout le cas pour la partie inférieure, qui peut se composer d'une seule série de cellules à paroi extérieure épaissie dans les individus déjà creux jusqu'au sommet. — La plante est normalement simple ; dans un échantillon pourtant je trouvai un long rameau

(1) Dans un échantillon de *Ptilota pectinata* récolté à l'île Miquelon le 15 mai 1882 par le Dr Delamare, communiqué par le Muséum d'histoire naturelle de Paris, j'ai trouvé récemment quelques échantillons jeunes de cette Algue. Un des échantillons ressemble beaucoup à ma figure 19 A.

de même aspect que l'axe principal et émanant du voisinage de son sommet ; un autre échantillon avait un rameau rudimentaire.

La surface de la fronde se compose de cellules à peu près cubiques, de 6 à 10 μ de diamètre, vues de face, hautes de 6 μ, plus ou moins régulièrement disposées en tétrades, les

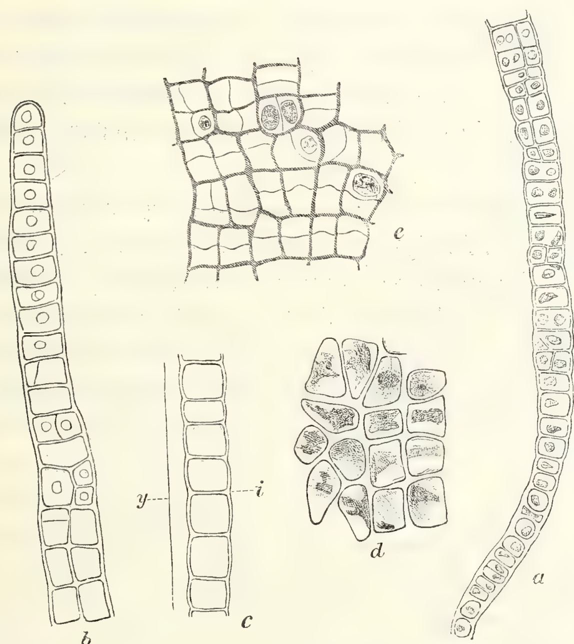


Fig. 20. — *Phæosaccion Collinsii.* — *a*, partie inférieure d'une plante assez jeune ; *b*, sommet d'une jeune plante ; *c*, coupe transversale de la fronde ; *y*, face extérieure ; *i*, face intérieure ; *d*, cellules de la partie inférieure d'une fronde adulte, avec des chromatophores ; *e*, partie d'une plante en fructification ; *a*, 350 : 1 ; *b* — *e*, 800 : 1.

cloisons étant de préférence perpendiculaires ou parallèles à l'axe de la fronde, couvertes d'une couche de gelée vers l'extérieur. Les cellules contiennent un noyau et un chromatophore en forme de plaque lobée, appliqué contre la paroi extérieure ; il s'observe le plus facilement dans la partie inférieure de la plante, où les cellules sont souvent un peu allongées.

Dans la fronde adulte toutes les cellules se transforment en zoosporanges pluriloculaires ; elles ne changent par de forme, mais se divisent par une cloison très mince, perpendiculaire à la surface de la fronde, en deux cellules (rarement en trois) qui produisent chacune une zoospore, et qui s'ouvrent par la dissolution de la membrane extérieure. Chaque cellule divisée par une pareille membrane mince doit être regardée comme un sporange pluriloculaire. D'après des observations que M. Farlow a bien voulu me communiquer, les zoospores ont la même forme que chez les Phæosporées ordinaires et sont munies de deux cils latéraux.

Les échantillons du Groenland concordent avec les échantillons d'Amérique, mais ils n'atteignent pas des dimensions si considérables ; les échantillons les plus grands mesurent 11 centimètres de long et 2 millimètres de large.

Cette plante représente, comme l'a fait remarquer M. Farlow, un type primitif parmi les Phæosporées, par sa structure et par la différence peu prononcée entre les sporanges et les cellules végétatives. Je l'ai placée parmi les Punctariacées, quoiqu'elle semble n'y avoir pas de proches parents; peut-être se rattache-t-elle au genre *Omphalophyllum*, dont la fronde jeune, à ce qu'il semble, est creuse et composée d'une ou deux assises de cellules uniformes, et qui manque aussi des poils.

Gr. occid. entre 69° et 62° lat. N.

FAM. — ELACHISTACEÆ.

Elachista fucicola (Vell.) Aresch. emend.

α, *typica* Rosenv.

SYN. *E. fucicola* (Vell.) Aresch.

β, *lubrica* (Rupr.) Rosenv.

SYN. *E. lubrica* Rupr.

D'après les descriptions l'*Elachista fucicola* et l'*E. lubrica* se distinguent surtout par la hauteur des cellules et par la base plus ou moins atténuée des longs filaments assimila-

teurs. Ces caractères sont cependant très variables, et on trouve assez souvent des échantillons intermédiaires, concordant par quelques caractères avec l'une, par d'autres caractères avec l'autre des deux espèces, et je me suis décidé par suite à rapporter l'*E. lubrica* comme variété à l'*E. fucicola*. M. Farlow a déjà fait remarquer que les échantillons européens de l'*E. fucicola* varient beaucoup justement à l'égard des caractères mentionnés (1). Les deux variétés ont exactement le même port.

Dans un échantillon de la var. *lubrica* j'ai trouvé des sporanges pluriloculaires de la même forme que dans le *Leptonema fasciculatum* Rke, var. *majus* Rke (2), mais plus grands, situés, à ce qu'il m'a semblé, dans la partie inférieure des longs filaments assimilateurs ; mais l'échantillon était trop incomplet pour que je puisse être affirmatif.

Gr. occid. au sud de 73° lat. N. (α et β).

Gr. orient. à 74° 30′ lat. N.

Leptonema fasciculatum Reinke (*Algenfl. d. westl. Ostsee*, p. 50, *Atlas deutscher Meeresalg.*, Taf. 9-10).

Var. *subcylindrica* Rosenv.

Cette variété se rapproche de la var. *majus* Rke ; elle diffère par ses sporanges pluriloculaires peu proéminents, brièvement ou à peine rostellés, de sorte que la partie fructificative des filaments ne dépasse pas beaucoup la partie stérile en épaisseur (14 à 19 μ contre 8 à 15 μ). Les sporanges sont longuement sériés, et forment souvent des chaînes continues de plus de 150 étages, dont chacune contient, dans les filaments épais, plusieurs sporanges s'ouvrant de tous côtés. Les sporanges uniloculaires n'ont pas été observés.

Pendant l'impression de mon travail danois, M. Gran a publié d'intéressantes observations sur quelques espèces d'*Elachista* (3), chez lesquelles il a trouvé des sporanges plu-

(1) W. G. Farlow, *Marine Algæ of New England*, 1881, p. 81.
(2) J. Reinke, *Atlas deutscher Meeresalgen*, pl. X, fig. 6 à 8.
(3) H.-H. Gran, *Algevegetationen i Tönsbergfjorden* (Christiania Vidensk. Selsk. Forh., 1893, n. 7).

riloculaires semblables à ceux du *Leptonema*. Dans l'*E. fracta* Gran il a trouvé en même temps des sporanges pluriloculaires cylindriques et rameux, émanant de la base des filaments assimilateurs. Ces observations confirment les doutes que j'avais eus sur l'indépendance du genre *Leptonema*, à cause des sporanges pluriloculaires que j'avais observés chez l'*Elachista fucicola* β, *lubrica*, et je me rangerai donc à l'opinion de M. Gran, d'après laquelle il n'y a pas lieu de faire de distinction entre ces deux genres.

Gr. occid. au sud de 72° lat. N.

FAM. — ECTOCARPACEÆ.

Isthmoplea sphærophora (Harv.) Kjellm.

Gr. occid. au sud de 64° lat. N.

Ectocarpus (*Pylaiella*) **littoralis** (L.) Lyngb.

Cette Algue, extrêmement commune sur les côtes du Groenland, s'y trouve sous les variétés suivantes : α, *oppositus* Kjellm. ; β, *firmus* Ag. ; γ, *divaricatus* Kjellm. ; δ, *varius* (Kjellm.) Kuckuck.

Gr. occid. au sud de 73° lat. N.

Gr. orient. à 60° et 74° 32′ lat. N.

Ectocarpus (*Euectocarpus*) **siliculosus** (Dillw.) Lyngb.

Je n'ai pas eu assez de matériaux pour décider si cette espèce et les deux suivantes doivent être regardées comme variétés d'une seule espèce, comme l'a fait autrefois M. Kjellman, ou bien s'il faut y voir des espèces distinctes. Je me range donc à cette dernière opinion, plus récemment soutenue par M. Kjellman et M. Kuckuck.

Gr. occid. entre 69° et 61° lat. N.

Ectocarpus (*Euectocarpus*) **confervoides** (Roth.) Le Jol.

Les échantillons de cette espèce sont assez petits et appartiennent en partie à la var. *typica*, en partie à la var. *pygmæa* (Aresch.) Kjellm. (*E. pygmæus* Aresch.). Quelques échantillons ont des sporanges uniloculaires disposés en

courtes séries, comme dans l'*E. littoralis* v. *varia;* ils se trouvent en partie sur des échantillons portant en même temps des sporanges pluriloculaires (fig. 21), en partie sur des échantillons distincts. Les cellules végétatives ont les chromatophores rubanés propres à l'espèce.

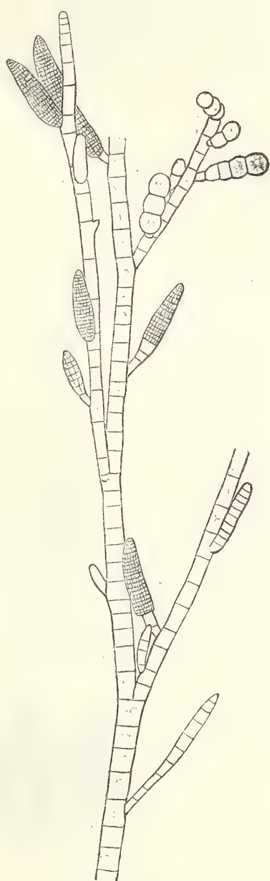


Fig. 21. — *Ectocarpus confervoides.* — Plante portant des sporanges pluriloculaires et des sporanges uniloculaires disposés en courtes séries, 115 : 1.

Quelques échantillons formaient sur les frondes de *Laminaria* et d'*Agarum* de petites touffes hautes d'un centimètre, composées de filaments ne différant guère de la f. *typique*, et émanant d'un système de filaments rampants (fig. 22). Ceux-ci émettent, en outre des filaments ramifiés, de courts filaments simples, se terminant par un sporange pluriloculaire, et réduit quelquefois à une seule cellule portant le sporange (1).

Gr. occid. entre 72° et 61° lat. N.

Ectocarpus (*Euectocarpus*) **penicillatus** (Ag.) Kjellm.

Gr. occid. à 69° lat. N.

Ectocarpus (*Euectocarpus*) **pycnocarpus** Rosenv.

Cette espèce est haute d'un à deux centimètres ; l'axe primaire est prononcé, épais de 37 à 45 μ, à rameaux alternes, pour la plupart courts, divariqués, le plus souvent recourbés et portant des ramules seulement du côté supérieur. Quelquefois la partie supérieure du rameau est courbée en

(1) Des sporanges semblables émanant des rhizoïdes ont été trouvés chez l'*E. fasciculatus* par M. Sauvageau (*Algues phéosp. paras.*) (Journ. de bot. Morot, 1892, p. 103).

haut et porte alors des ramules du côté inférieur. Des ramules se trouvent aussi souvent sur les flancs des rameaux.

Les cellules de l'axe mère et des rameaux sont aussi longues ou à moitié aussi longues que le diamètre, faiblement renflées, c'est-à-dire rétrécies au niveau des cloisons transverses. Les rameaux s'atténuent vers le sommet et se terminent, de même que les ramules les plus grands, en un poil à articles allongés.

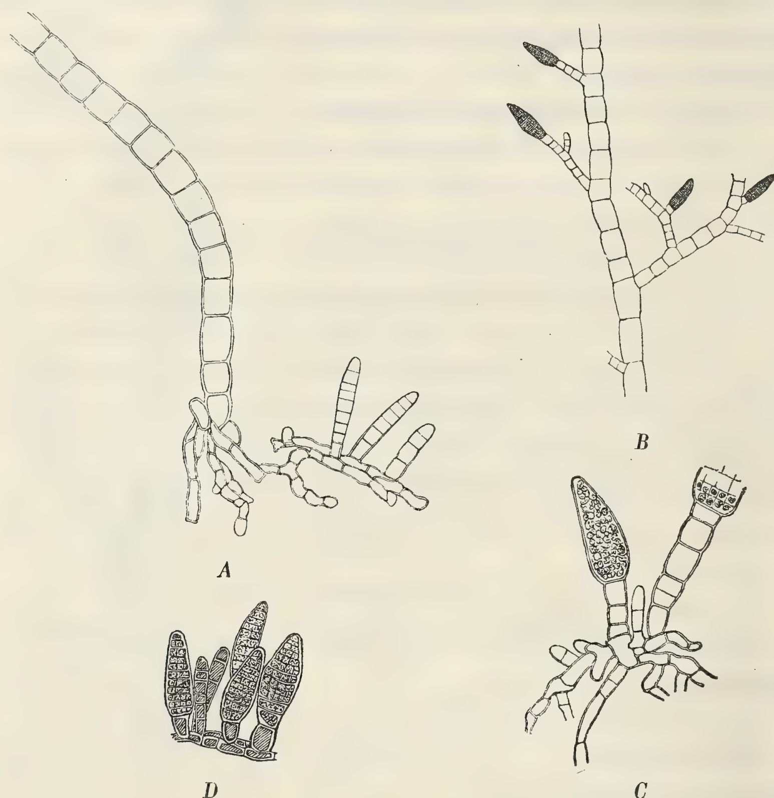


Fig. 22. — *Ectocarpus confervoides*, formant des touffes sur l'*Agarum*. — A, partie inférieure d'un filament ramifié avec un système de filaments rampants émettant trois pousses jeunes, 160 : 1; B, filament ramifié avec des sporanges, 80 : 1; C, filaments rampants émettant des filaments dressés, courts, terminés par des sporanges, 250 : 1 ; D, filaments rampants avec des sporanges brièvement stipités, 250 : 1.

Les sporanges uniloculaires sont ovales-oblongs, deux

fois aussi longs que larges (60 à 74 μ sur 30 à 41 μ), sessiles ; on les trouve à la partie inférieure et du côté supérieur (intérieur) des rameaux ; ils sont serrés jusqu'à se

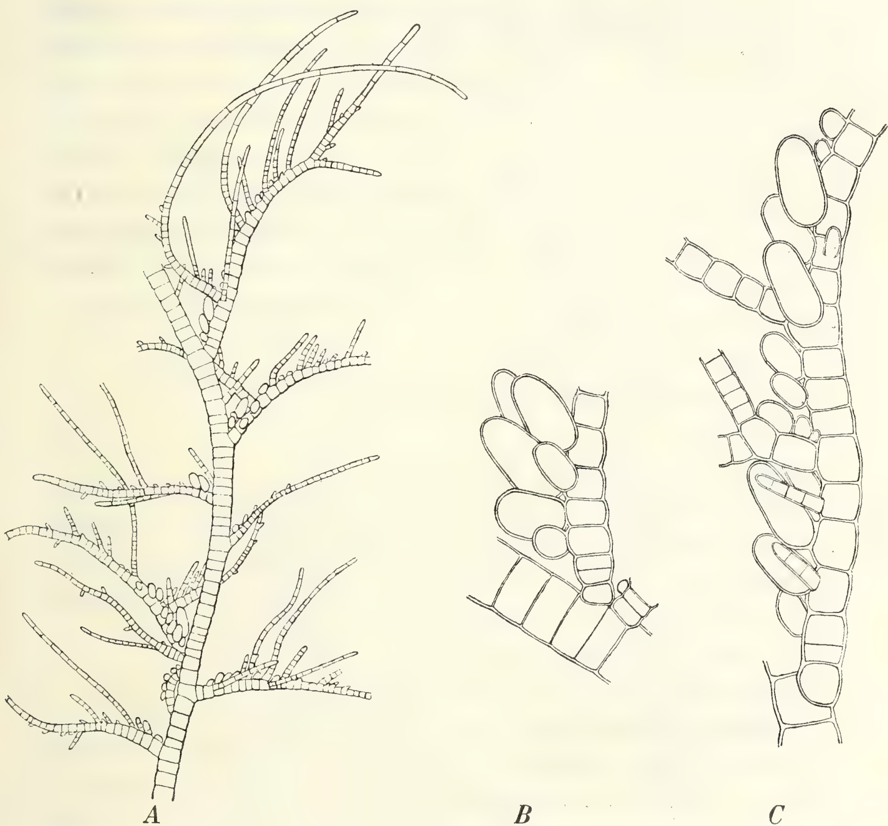


Fig. 23. — *Ectocarpus pycnocarpus*. — A, partie d'une plante avec sporanges, 70 : 1. B et C, parties inférieures de rameaux avec sporanges, 210 : 1.

toucher et se trouvent souvent deux sur le même article, insérés au même niveau ; le sporange le plus jeune se trouve alors sur le flanc du rameau. Fréquemment un article porte un sporange médian et un ramule sur le flanc. Je n'ai pas vu de sporanges vides, mais les sporanges les plus grands m'ont semblé avoir atteint leur grandeur définitive. Les sporanges pluriloculaires ne sont pas encore connus.

Cette espèce paraît être voisine de l'*E. fasciculatus* ; elle

s'en distingue surtout par ses grands sporanges oblongs. Elle a quelque ressemblance avec l'*E. secundus* Kütz. (1), mais les rameaux de cette espèce ne sont pas recourbés, et elle n'a pas de sporanges uniloculaires, mais des sporanges pluriloculaires et des anthéridies disposées en une seule série sur le côté intérieur des rameaux. Parmi les espèces décrites par Harvey dans son « Nereis » on pourrait la comparer avec l'*E. Durkeei*, qui a été rapporté à l'*E. granulatus* par M. Farlow et avec l'*E. Mitchellæ*. Dans l'une comme dans l'autre, on ne connaît pourtant que des sporanges pluriloculaires qui sont beaucoup moins serrés ; ils n'ont pas non plus les rameaux recourbés, et l'*E. Mitchellæ* a des cellules plus longues.

Gr. occid., à 67° lat. N.

Ectocarpus (*Euectocarpus*) **ovatus** Kjellm.

α, *typica.*

β, *elongata* Rosenv.

Cette variété se distingue de l'espèce typique surtout par ses sporanges pluriloculaires, allongés, mesurant 45 à 100 μ de long sur 16 à 20 μ de large. Les filaments verticaux ont 3 à 4 millimètres de long et portent de nombreux sporanges et de courts rameaux, très serrés et souvent opposés.

Gr. occid., entre 64° et 62° lat. N.

Ectocarpus (*Euectocarpus*) **Holmii** Rosenv.

Des filaments rampants irréguliers émettent des filaments dressés, hauts d'un à deux millimètres, simples ou portant de courts rameaux épars. Les cellules des filaments verticaux sont épaisses de 12 à 14 μ, deux à quatre (1 à 5) fois aussi longues, les inférieures cylindriques, les supérieures renflées au milieu ou dans la partie supérieure. Les filaments dressés portent sur presque toute leur longueur, de tous côtés, des sporanges pluriloculaires sessiles, très nombreux surtout vers le haut, où beaucoup de cellules contiguës portent chacune un sporange. Les sporanges ne sont jamais opposés entre eux, mais ils peuvent être opposés aux rameaux; ils

(1) E. Bornet, *Notes sur quelques Ectocarpus* (Bull. de la Soc. bot. de France, t. XXXVIII, 1891, p. 353).

sont ovales, ils ont 27 à 40 μ de long sur 14 à 16 μ de large, plus allongés dans la partie inférieure des filaments que dans la partie supérieure. Quelquefois on trouve des sporanges vides, occupés par un nouveau sporange poussant de la cellule sous-jacente (1).

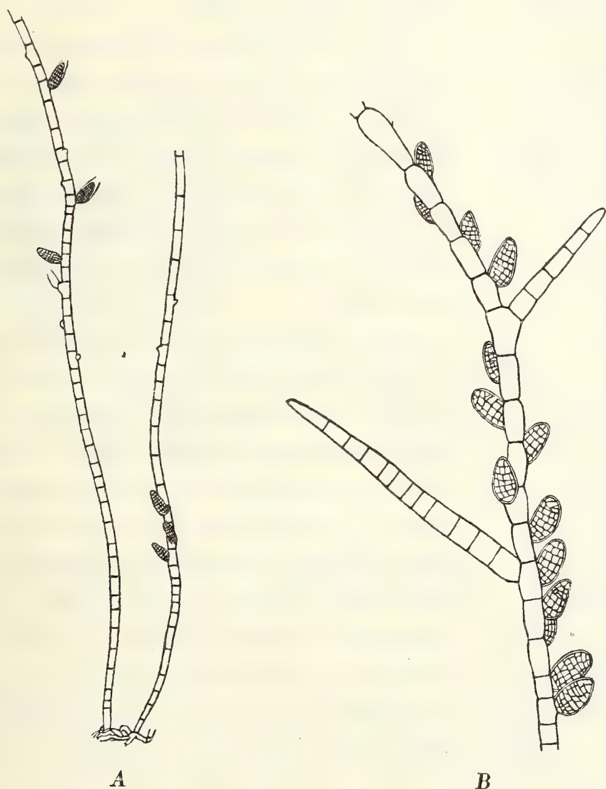


Fig. 24. — *Ectocarpus Holmii.* — A, partie inférieure d'une plante, 75 : 1; B, fragment de la partie supérieure d'un filament dressé, 220 : 1.

Quoique je n'aie vu que très peu d'échantillons de cette espèce, je n'hésite pas à la décrire comme nouvelle, puisqu'elle me paraît bien distincte des espèces déjà décrites.

(1) J'ai trouvé récemment un échantillon plus robuste et plus rameux que ceux que je viens de décrire; l'axe principal, épais de 25 à 30 μ, portait plusieurs paires de rameaux opposés relativement longs, pourvus de nombreux sporanges serrés; quelques articles portaient même deux sporanges. J'observai aussi un rameau de 2e ordre.

Elle pourrait être placée près de l'*E. terminalis*, quoiqu'elle en diffère essentiellement.

Gr. occid., à 65° lat. N.

Ectocarpus (*Euectocarpus*) **tomentosoides** Farlow (*Bull. Torr. Bot. Club.*, 1889, p. 11).

Fig. 25. — *Ectocarpus tomentosoides* Farl., 300 : 1.

Les échantillons groenlandais concordent bien avec la description et la figure donnés par M. Farlow. Les cellules des filaments dressés sont ordinairement à peu près deux fois aussi longues que larges, quelquefois trois à quatre fois ou plus longues encore ; ils atteignent un diamètre de 9 μ.

Les sporanges pluriloculaires naissent à angle droit des filaments dressés ; dans la partie inférieure des filaments, il naissent pourtant à angle aigu, et dans les filaments courts, ils sont en partie terminaux et dressés. Quelquefois les rameaux longs sont rares ou manquent complètement, et la plante est formée alors de filaments courts, serrés, portant d'un système de filaments rampants et portant des sporanges dressés, en grande partie terminaux. On trouve les mêmes filaments courts à la base des grands échantillons (fig. 25). Dans quelques échantillons les filaments longs portaient de courts rameaux claviformes, unicellulaires, à contenu dense et réfringent (1).

Gr. occid., entre 70° et 62° lat. N.

(1) Comme je ne les ai pas vues se vider, j'ai, dans mon travail danois, laissé planer un doute sur le point de savoir si ces cellules sont bien des sporanges uniloculaires ou si elles ne sont pas plutôt comparables aux paraphyses du genre *Ascocyclus* Magn. Pendant l'impression de mon travail danois, M. H.-H. Gran a publié cependant un travail sur cette Algue (*En norsk*

Ectocarpus (*Streblonema*) **Stilophoræ** Crouan (Reinke, *Algenfl.* p. 42, *Atlas* Taf. 19).

Var. *cæspitosa* Rosenv.

Cette variété se distingue par ses sporanges pluriloculaires très serrés en touffes ou coussinets, émergeant çà et là à la surface déchirée de la plante hospitalière. Les sporanges

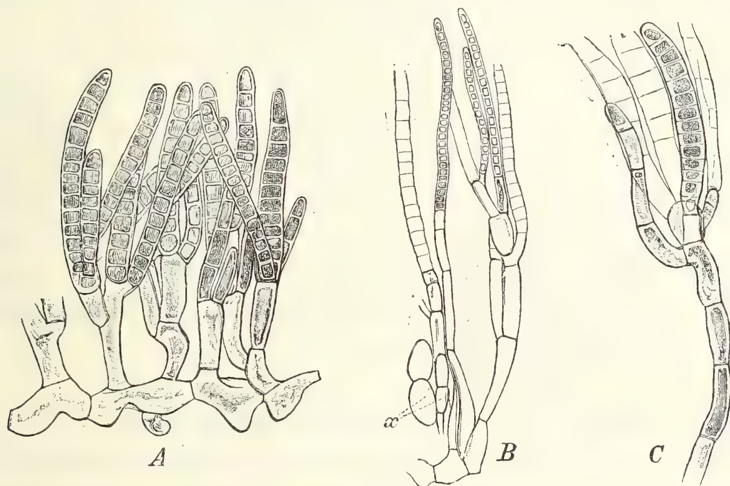


Fig. 26. — *Ectocarpus Stilophoræ* var. *cæspitosa*. — A et B, plantes croissant dans le *Chordaria flagelliformis*; *x*, sont des filaments assimilatoires appartenant à la plante hospitalière; C, partie d'une plante croissant dans le *Ralfsia verrucosa*; A et C, 580 : 1, B, 300 : 1.

pluriloculaires, épais de 4 à 6 μ (2,5 à 7,5 μ), composés d'une seule série de cellules, sont terminaux et latéraux sur les filaments dressés émanant des filaments rampant dans l'intérieur de la plante hospitalière. Quelques filaments dressés se terminent en poil incolore. Cette Algue se trouve dans de vieilles Phéophycées, surtout quand elles commencent à se détruire (1).

form af Ectocarpus tomentosoides Farlow. Christiania Videnskabs-Selskabs Forhandlinger for 1893, n. 17), où il a mentionné et figuré des cellules qui sans doute sont identiques aux cellules mentionnées par moi. M. Gran les a vues se vider et les décrit comme sporanges uniloculaires. M. Gran a soumis cette espèce à une étude détaillée, et il a trouvé que les filaments rampants pénètrent dans l'intérieur de la Laminaire entre les cellules.

(1) Cette Algue a été trouvée aussi dans un vieux thalle de *Ralfsia verrucosa*

Ectocarpus (*Streblonema*) **Pringsheimii** Reinke (*Algenfl.* p. 42).

Var. *simplex* Rke.

Dans un vieil échantillon de *Chordaria flagelliformis* sur le point de se détruire, j'ai trouvé, croissant entre les filaments assimilateurs, un *Ectocarpus* appartenant à l'*E. Pringsheimii* var. *simplex*, dont j'ai pu comparer des échantillons et des figures que M. Reinke a bien voulu me communiquer. Les sporanges pluriloculaires sont simples (non rameux), longs de 37 à 56 μ, épais de 10 à 14 μ, ne contenant que peu de loges dans chaque étage. Quelquefois les sporanges se terminent en un petit nombre de cellules stériles. Çà et là des poils hyalins partent des rameaux dressés. Les cellules des filaments rampants sont plus irrégulières et lobées que dans le type de l'espèce, ce qui s'explique par la consistance plus ferme de la plante hospitalière.

, à 62° lat. N.

Ectocarpus (*Streblonema*) **æcidioides** Rosenv.

Dans de vieilles lames des *Laminaria longicruris* et *groenlandica* on trouve quelquefois des ponctuations formées par les sores de cette Algue endophyte. Les filaments végétatifs, composés de longues cellules contenant des chromatophores pénètrent entre les cellules de la Laminaire, et jusque dans la couche médullaire. Les sores se forment sous la couche extérieure épidermoïdale, ils rompent cette couche et émergent à la manière d'un *Æcidium*. Les sores contiennent des sporanges uniloculaires et pluriloculaires, ordinairement dans des sores séparés, et des poils peu nombreux, quelquefois presque nuls. Les poils s'accroissent par la base et se composent de cellules devenant plus longues et plus hyalines vers le haut. Les sporanges partent des filaments rampants

où ses sporanges correspondaient parfaitement à la description que Hauck a donnée des sporanges pluriloculaires chez le *Ralfsia verrucosa* (Meeresalgen Deutschl. u. Oesterr., p. 401). Comme on n'a jamais d'ailleurs trouvé des sporanges pluriloculaires chez le genre *Ralfsia*, il est probable que nous avons affaire au même endophyte dont les sporanges pluriloculaires ont été décrits par Hauck comme appartenant au *Ralfsia*.

ou ils sont fasciculés en petit nombre sur des stipes courts.

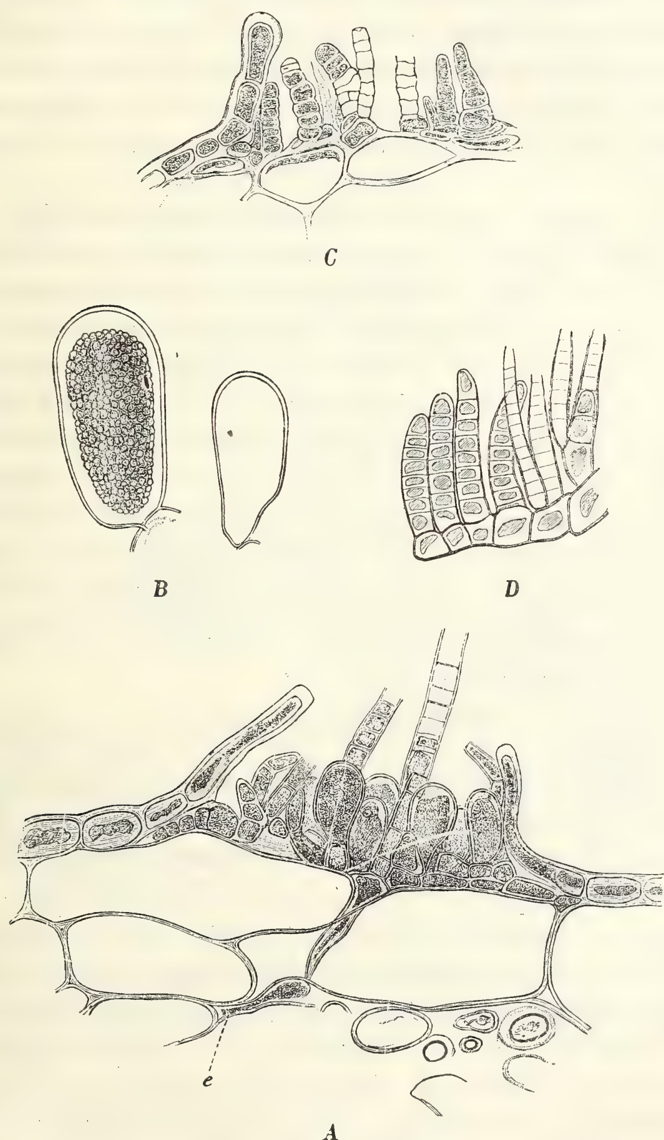


Fig. 27. — *Ectocarpus æcidioides*. — A, coupe transversale de la lame de *Laminaria longicruris* offrant un sore de l'endophyte avec des sporanges uniloculaires ; *e*, filament végétatif de l'endophyte, 400 : 1 ; B, sporanges uniloculaires, 480 : 1 ; C, sore avec sporanges pluriloculaires, 400 : 1 ; D, filament rampant avec des sporanges pluriloculaires, 480 : 1.

Les sporanges pluriloculaires sont linéaires, épais de 6 à 7,5 μ, composés de 5 à 12 loges, disposés en une série, chaque loge contenant une zoospore (rarement deux). Les sporanges uniloculaires sont aplatis sur les côtés, souvent anguleux par la pression mutelle, brièvement et obliquement atténués à la base, de 29 à 41 μ de long, de 17 à 22 μ de large.

Cette espèce rappelle l'*Elachista stellulata* Griff., qui croît d'une manière analogue dans la fronde du *Dictyota dichotoma* (1). Elle s'en distingue surtout par le manque de filaments assimilateurs libres. Quelquefois on trouve, à la vérité, des filaments courts ayant quelque ressemblance avec ces filaments assimilateurs, mais ils sont moins riches en chromatophores et doivent être regardés sans doute comme des poils non développés. Les filaments rampants sont les organes d'assimilation de la plante, ils sont riches en chromatophores, même quand ils se trouvent dans la couche médullaire de la Laminaire. Ils servent d'ailleurs aussi à propager la plante dans la fronde de la Laminaire.

Gr. occid., au sud de 67° lat N.

Symphyocarpus Rosenv.

Le thalle forme des croûtes composées d'une couche basilaire et de filaments dressés. La couche basilaire monostromatique se compose de filaments rameux irrégulièrement rayonnants, d'abord libres, plus tard concrescents. Les filaments dressés sont courts, de longueur égale, simples ou ramifiés par fausse dichotomie, libres, mais très serrés. Les cellules contiennent un chromatophore discoïde tapissant la paroi supérieure. Les sporanges pluriloculaires, oblongs-obovoïdes, latéralement concrescents par 2 à 4, s'ouvrant au sommet, se trouvent à l'extrémité des filaments dressés.

Symphyocarpus strangulans Rosenv.

Cette plante forme des croûtes entourant le *Chæto-*

(1) Voir Sauvageau, *Alg. phéosp. paras.*, p. 6 à 10.

morpha Melagonium au niveau des cloisons à la manière du *Lithoderma Kjellmani*. Les filaments composant la jeune croûte d'abord monostromatique se ramifient irrégulièrement, souvent d'un seul côté; les cellules, aussi longues que

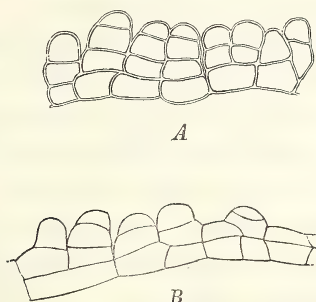


Fig. 28. — *Symphyocarpus strangulans*. — Sections verticales de plantes jeunes, 300 : 1.

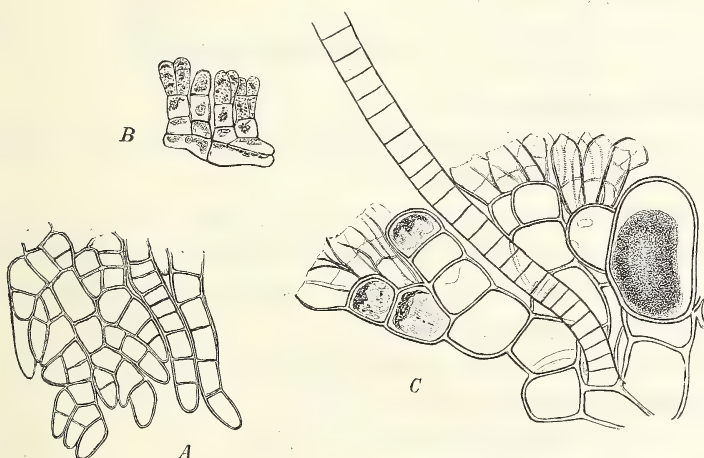


Fig. 29. — *Symphyocarpus strangulans*. — A, partie marginale vue d'en haut, 200 : 1; B, section verticale d'une plante avec sporanges jeunes. 200 : 1; C, section verticale d'une plante avec sporanges vides, à droite une cellule renflée à contenu brun et réfringent, 500 : 1.

larges ou de moitié plus longues, se prolongent vers le haut, se divisent par des cloisons transversales et forment ainsi des filaments dressés. Ces filaments sont presque cylindriques, composés de deux à sept cellules qui sont à peu près aussi longues que larges. Des poils hyalins partent çà et là

de la couche basilaire. Les sporanges pluriloculaires se forment par division longitudinale de la cellule terminale des filaments dressés, et ils sont par conséquent concrescents, le plus souvent sur toute leur longueur. Ils contiennent peu de loges ; ordinairement ils sont composés de trois ou quatre étages, chacun n'offrant en section optique qu'une seule cloison longitudinale. Quelques filaments dressés stériles se terminent en une cellule renflée à contenu brun et réfringent, peut-être de nature anormale (fig. 29 C).

Cette plante diffère des Myrionémacées parce que les filaments de la couche basilaire sont d'abord libres. Par ses sporanges rappelant ceux du *Cœlocladia arctica*, elle paraît avoir une position assez isolée dans la famille des Ectocarpacées.

Gr. occid. à 62° lat. N.

FAM. — MYRIONEMACEÆ.

Ralfsia deusta (Ag.) J. Ag.

Gr. occid. au sud de 68° lat. N.

Gr. orient. à 60° 28′ lat. N.

Ralfsia verrucosa (Aresch.) J. Ag.

Cette espèce qui croît ordinairement sur des rochers et des pierres a été trouvée aussi sur de vieilles frondes de *Rhodymenia palmata.*

Gr. occid. entre 64° et 61° lat. N.

Ralfsia clavata (*Carm.*) Farl.

Gr. occid. entre 65° et 61° lat. N.

Ralfsia ovata Rosenv.

La croûte est mince, brun foncé, fortement appliquée sur le support; les cellules, disposées en séries verticales, sont à moitié aussi longues que larges. Les sores ont un pourtour indéfini; les filaments libres sont simples, un peu élargis vers le haut, tronqués, les cellules inférieures plusieurs fois plus longues que larges. La limite est nette entre la croûte et les filaments libres. Les sporanges uniloculaires sont insérés au milieu ou au-dessous du milieu, rarement

un peu au-dessus du milieu des filaments libres; ils sont petits, ovoides, pourvus d'un bec court, 3 à 4 fois aussi courts que les filaments libres, longs de 25 à 38 μ, épais de 17 à 20 μ; la membrane est fortement épaissie au sommet.

Cette espèce semblable au *Lithoderma fatiscens* par le port est remarquable par ses sporanges uniloculaires petits, ovoides et insérés sur la moitié inférieure des filaments libres. Elle se distingue du *R. spongiocarpa* Batters (1) par la disposition des sporanges et par la forme des filaments



Fig. 30. — *Ralfsia ovata*. — A, partie d'une section verticale d'une croûte avec filaments libres et sporanges; B, filaments libres avec sporanges, 350 : 1.

libres. La croûte atteint une épaisseur plus grande que chez le *R. clavata;* les séries verticales peuvent se composer de 18 cellules ou davantage.

Gr. occid. à 64° lat. N., à une profondeur de 38 mètres.

Lithoderma fatiscens Aresch.

Tous les échantillons récoltés pendant l'été dans la région sublittorale sont stériles mais concordent bien avec des échantillons authentiques. Si les filaments dressés sont dissociés par pression, les membranes se séparent souvent en parties ayant en section optique la forme de H, comme dans les *Conferva* et *Microspora*. Cette particularité est plus marquée dans quelques échantillons récoltés dans la région littorale, différant d'ailleurs de l'espèce typique par des filaments dressés moins épais, souvent libres vers le haut

(1) *Journal of the Linnean Society*, vol. XXIV, p. 452.

mais très serrés. Ces filaments sont quelquefois un peu renflés vers le sommet et divisés par des cloisons transversales en petites cellules, et ils offrent alors une faible ressemblance avec les sporanges pluriloculaires figurés par M. Kjellman (1). Ils me paraissent pourtant être des formations anomales, provoquées peut-être par l'habitat dans la zone littorale, extraordinaire pour cette espèce qui croît ordinairement dans la zone sublittorale.

Gr. occid. au sud de 73° lat. N.

Lithoderma Kjellmani Wille.

Les échantillons groenlandais concordent bien avec les échantillons authentiques de cette espèce (1) se distinguant du *L. fatiscens* par ses cellules plus hautes et par ses sporanges plus ou moins enfoncés, se développant pendant l'été (mai et juin). Quelquefois les cellules superficielles se prolongent en poils courts, comme dans les échantillons de la Nouvelle-Zemble.

Gr. occid. entre 71° et 64° lat. N.

FAM. — SPHACELARIACEÆ.

Chætopteris plumosa (Lyngb.) Kütz.

Gr. occid. au sud de 77° 30′ lat. N.

Sphacelaria racemosa Grev. var. *arctica* (Harv.) Reinke.

Gr. occid. entre 70° et 64° lat. N.

Gr. orient. à 74° 32′ lat. N.

Sphacelaria olivacea (Dillw.) Ag.

Gr. occid. entre 69° et 61° lat. N.

C. CHLOROPHYCEÆ.

FAM. — VAUCHERIACEÆ.

Vaucheria coronata Nordst.

Gr. occid. à 61° lat. N.

(1) *The Algæ of the Arct. Sea*, tab. XXVI, fig. 7-8.

(1) Wille og Kolderup Rosenvinge, *Alger fra Novaia-Zemlia og Kara-Havet.* Dijmphna-Togtets Zoologisk-botaniske Udbytte. Copenhague, 1885, p. 89.— Les membranes sont trop épaisses dans les figures de la planche XIV.

Vaucheria intermedia Nordst.

Gr. occid. à 61° lat. N.

Vaucheria sphærospora Nordst.

Gr. occid. entre 61° et 60° lat. N.

FAM. — PHYLLOSIPHONACEÆ.

Ostreobium Queketti Born. et Flah.

Dans des coquilles et dans des *Lithothamnion*.

Gr. occid. au sud de 73° lat. N.

FAM. — GOMONTIACEÆ.

Gomontia polyrhiza (Lagerh.) Born. et Flah.

Dans des coquilles et dans des *Lithothamnion* souvent associé au précédent.

Gr. occid. entre 73° et 64° lat. N.

FAM. — CLADOPHORACEÆ.

Cladophora (*Spongomorpha*) **arcta** (Dillw.) Kütz.

α, *typica* Foslie (*Contrib.* I p. 130).

β, *pulvinata* Foslie (l. c. p. 130).

γ, *hystrix* (Strömf.) Foslie (l. c. p. 131).

δ, *penicilliformis* Foslie (Wittr. et Nordst. Alg. exsicc. n° 613).

ε, *debilis* Rosenv.

Les formes les plus communes sont α, *typica* et γ, *hystrix*, qui sont reliées par des formes intermédiaires ; la dernière se distingue par des filaments plus épais, ayant jusqu'à 370 μ de diamètre ; la forme β, *pulvinata*, qui se rattache surtout à la forme typique, croît sur les terrasses des rochers dans la région littorale ; la forme ε, *debilis* est une forme réduite qu'on rencontre dans la zone sublittorale ; elle a des rameaux longs peu nombreux, quelquefois décombants, portant de nombreux ramules plus courts, de longueur presque égale, souvent simples, parfois unilatéraux. — L'espèce paraît être vivace sur les côtes du Groenland.

Gr. occid. au sud de 73° (peut-être 82°) lat. N.

Gr. orient. à 60° lat. N.

Cladophora rupestris (L.) Kütz.

Gr. occid. au sud de 69° lat. N.

Cladophora hirta Kütz.

Gr. occid. à 69° lat. N.

Cladophora gracilis (Griff.) Kütz.

Gr. occid. à 69° lat. N.

Cladophora glomerata (L.) Kütz. forma (?).

Gr. occid. à 60° lat. N.

Rhizoclonium pachydermum Kjellm. f. *tenuis* Kjellm.

Par sa ramification abondante cette espèce est assez différente de la forme ordinaire du *R. riparium*. Elle ressemble à un *Cladophora* mais se ramifie d'une manière différente, les rameaux naissant loin du sommet de l'axe et sans ordre déterminé. L'axe est repoussé par le rameau de manière à faire souvent un angle droit avec la partie située au-dessous du rameau, tandis que le rameau prend la direction de l'axe mère. La cloison basilaire du rameau, *b*, est insérée souvent au milieu de la cloison transversale de l'axe mère, et la partie supérieure de celui-ci a par suite l'apparence d'un rameau inséré juste au niveau d'une cloison transversale (fig. 31. *B*, *C*). Dans d'autres cas la cloison basilaire du rameau se trouve au-dessus (fig. 31 *D*) ou au-dessous (fig. 31 *E*, *F*) de la cloison transversale de l'axe mère. Les axes principaux se ramifient plusieurs fois, mais la plupart des rameaux restent simples. Les rameaux s'atténuent vers le sommet, où la membrane est plus mince. Il n'y a pas de distinction entre les rameaux longs et courts; ni les uns ni les autres ne fonctionnent comme rhizoïdes. Je n'ai vu qu'un seul rhizoïde unicellulaire. Dans des échantillons secs récoltés en 1815, j'ai réussi à trouver les noyaux à l'aide de l'hématoxyline; il y en avait ordinairement deux pour chaque cellule.

Cette variété paraît ne se distinguer de l'espèce principale que par ses cellules plus étroites et par la membrane

plus mince; celle-ci mesure ordinairement 3 à 4 μ, et jusqu'à 6 μ à la base.

Gr. occid.

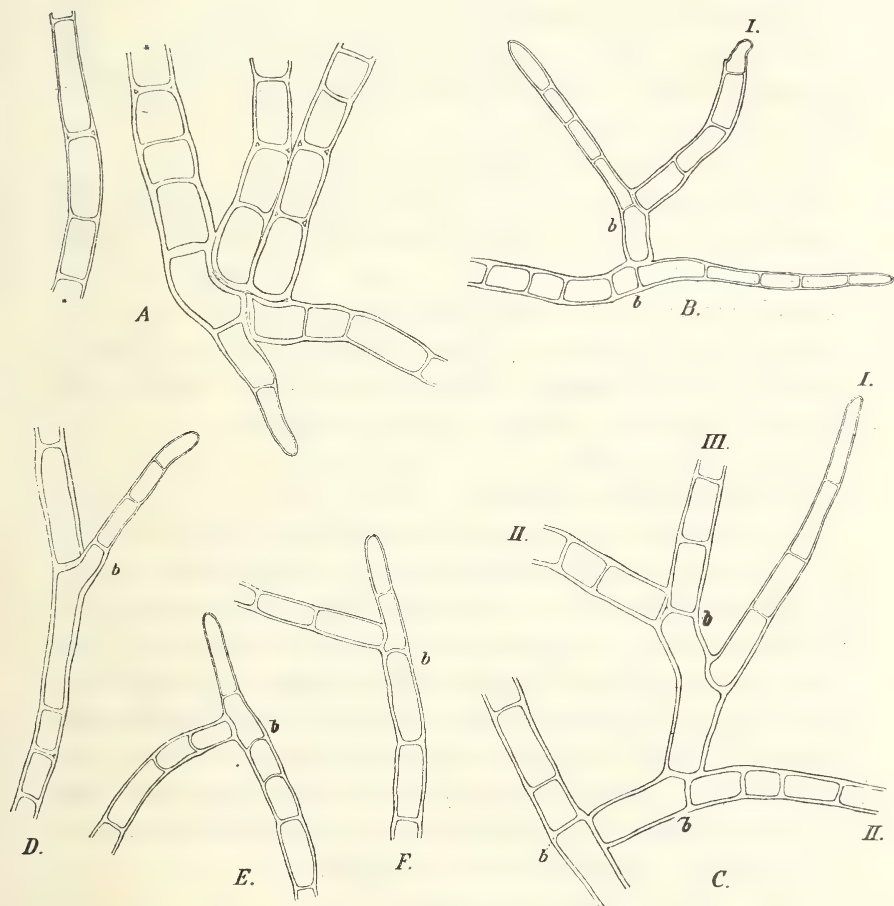


Fig. 31. — *Rhizoclonium pachydermum* f. *tenuis*. — I, II, III désignent les axes de 1er, 2e et 3e ordre; *b*, la cloison basilaire du rameau, c'est-à-dire la cloison transversale formée la première après la formation du rameau. Dans la figure A on voit à gauche la partie supérieure de l'axe marquée *, 120 : 1.

Rhizoclonium riparium (Roth) Harv.

α, *polyrhizum* Rosenv.

Syn. *Conferva obtus angula* Lyngb.; *Rh. riparium* Harv.

Les filaments sont rameux, mais les rameaux longs sem-

blables à l'axe mère sont beaucoup moins nombreux que dans l'espèce précédente. Les rhizoïdes sont nombreux, unicellulaires et en continuité avec leur cellule d'origine ou bien formés de 2 à 4 cellules. Dans ce dernier cas ils ressemblent aux rameaux courts de l'espèce précédente, mais ce sont de vrais rhizoïdes. Les filaments sont épais de 20 à 35 μ, la membrane de 2 à 4 μ.

β, *validum* Fosl. (Contrib. I, p. 138).

Les filaments sont épais de 30 à 50 μ, les cellules sont env. une fois et demie (1 à 2 fois) aussi longues que larges, la membrane est épaisse de 3 à 4 μ, à la base jusqu'à 6 μ. Je n'ai pas vu de rameaux longs. Les rhizoïdes sont nombreux et forts, presque toujours unicellulaires, quelquefois séparés de la cellule-mère par une cloison. Cette variété croît dans les fentes des rochers de la zone littorale.

γ, *implexum* (Dillw.)

Syn. *Conferva implexa* Dillw.

Les filaments sont simples, la membrane mince, avec 1 à 1, 5 μ d'épaisseur ; les rhizoïdes sont peu nombreux ou manquent complètement, ils sont unicellulaires, non séparés de la cellule-mère par une cloison. Les autres caractères sont assez variables; ainsi l'épaisseur varie entre 20 et 30 (rarement 40) μ, et les cellules sont de 1, 5 à 2, 5 fois aussi longues que le diamètre. En général les dimensions paraissent être plus grandes dans les échantillons du Groenland que dans des échantillons de provenance plus méridionale. Le *Rh. rigidum* paraît appartenir à cette variété.

Gr. occid. au sud de 73° lat. N.

Gr. orient. à 74°,30'.

Chætomorpha tortuosa (Dillw.) Kleen.

Les cellules sont épaisses de 40 à 70 μ, 2 à 4 (1,5 à 5) fois aussi longues que larges, contenant de nombreux noyaux (env. 20).

Gr. occid. au sud de 73° lat. N.

Chætomorpha Melagonium (Web. et Mohr.) Kütz.

F. *rupincola* Aresch.

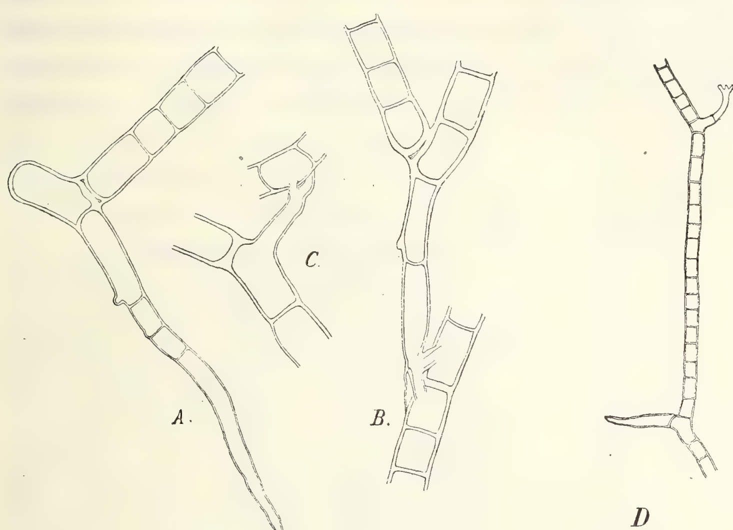


Fig. 32. — *Rhizoclonium riparium* var. *polyrhizum*. — A, B, C, 150 : 1 ; D, 50 : 1.

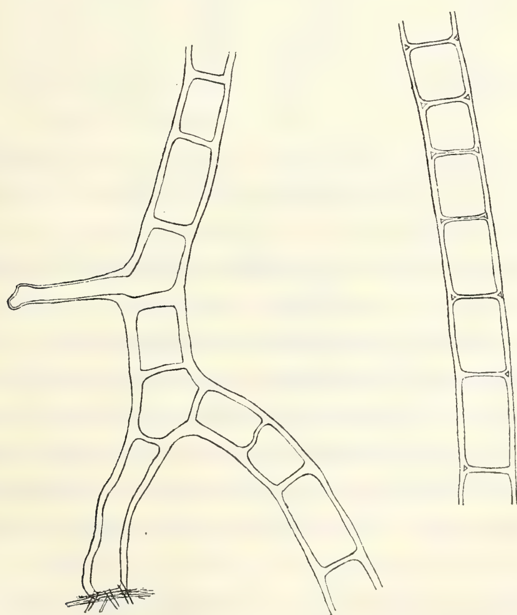


Fig. 33. — *Rhizoclonium riparium* var. *implexum*, 180 : 1.

F. *typica* Kjellm.

La forme *rupincola* croît surtout dans des flaques de la zone littorale. La forme *typica* Kjellm., qui croît dans la zone sublittorale, où elle se trouve souvent en grande quantité, est analogue au *Ch. Linum* (1).

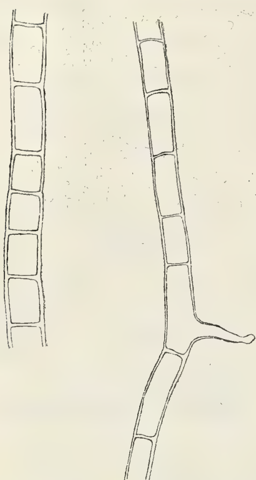


Fig. 34. — *Rhizoclonium riparium* var. *implexum*, 180 : 1.

Gr. occid. au sud de 77° 30′ lat. N.
Gr. orient. à 74° 32′ lat. N.

Urospora mirabilis Aresch.

Dans l'espèce principale, les cellules à zoospores sont souvent aussi longues ou plus courtes que le diamètre ; elles sont alors très renflées ; dans d'autres filaments elles atteignent une longueur qui peut être quatre fois aussi grande que le diamètre, et alors elles sont peu ou non renflées. La forme caractéristique des zoospores se voit même dans les échantillons secs.

Gr, occid. au sud de 64° lat. N.

Var. *elongata* Rosenv.

Cette variété est remarquable par ses cellules très allongées, 2 et demie à 6 fois aussi longues que le diamètre. Les cellules végétatives sont cylindriques, épaisses de 20 à 30 μ, rarement jusqu'à 40 μ. Les cellules à zoospores sont en partie aussi étroites que les cellules végétatives les plus étroites, tandis que d'autres atteignent une épaisseur triple (65 μ) ; elles sont souvent cylindriques ou un peu renflées vers les deux bouts, dans d'autres cas renflées en forme de tonneau.

Dans les cellules les plus étroites les zoospores paraissent se former quelquefois en une seule série, du moins en partie. Les zoospores, qui ont la même forme que dans l'espèce

(1) Le *Ch. Linum* est, d'après mes observations, une forme du *Ch. aerea;* il est à celui-ci dans le même rapport que la forme *typica* à la forme *rupincola* du *Ch. Melagonium*. Le *Ch. Linum* Wille et Rosenv. (*Alg. fra Novaia-Zemlia*, p. 81 et 92) appartient au *Ch. Melagonium* forme *typica*.

principale, s'échappent par un orifice situé au milieu de la cellule ou rapproché de l'une des extrémités. Les filaments à cellules relativement courtes relient cette variété à l'espèce principale. — Gr. occid à 67° lat. N.

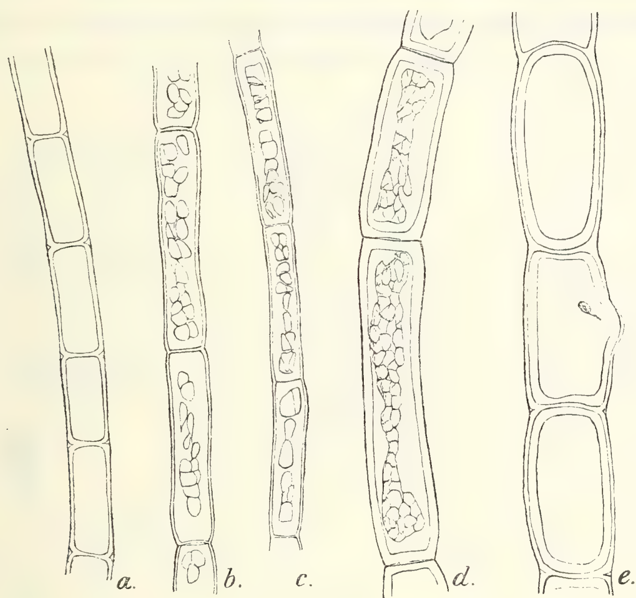


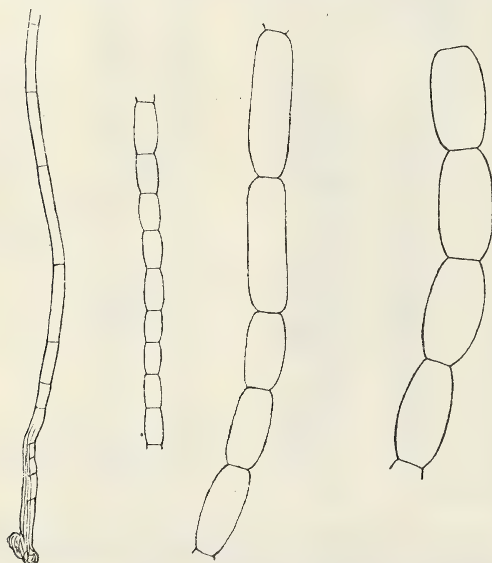
Fig. 35. — *Urospora mirabilis* var. *elongata.* — *a*, filament végétatif; *b-e*, filaments à zoospores, 160 : 1.

Urospora Wormskioldii (Mert.) Rosenv.

Syn. : *Chætomorpha Wormskioldii,* Kjellm.

Les cellules inférieures émettent des rhizines formant en bas un disque fixateur. Dans la partie inférieure de la plante les cellules sont relativement étroites ; elles ont environ 30 à 60 μ de diamètre, mais elles sont très allongées, la longueur étant quelquefois 15 fois plus grande que le diamètre. Elles contiennent un chromatophore réticulé à grandes mailles contenant de nombreux pyrénoïdes, et en dedans du chromatophore de nombreux noyaux. Vers le haut les cellules se renflent et le filament devient moniliforme ; la masse du chromatophore et le nombre des pyrénoïdes augmentent, et le

protoplasme appliqué à la paroi se divise simultanément en de nombreux corps sexangulaires contenant chacun un noyau et un chromatophore avec un pyrénoïde. Ces corps s'allongent, et s'étirent en pointe par un de leurs bouts ; à l'autre il se forme quatre cils, et la zoospore est formée. Le noyau se trouve près du bout antérieur, le pyrénoïde vers l'extrémité postérieure. Les cellules à zoospores acquièrent une épais-



g. 36. — *Urospora Wormskioldii.* — Quatre fragments d'une plante, à gauche la partie basilaire, à droite la partie supérieure fructifiée, 24 : 1.

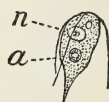


Fig. 37. — *Urospora Wormskioldii.* — Zoospore fixée par l'alcool et teintée par l'hématoxyline, montrant trois des quatre cils, le noyau *n*, et le pyrénoïde *a*, 800 : 1.

seur d'un demi-millimètre. Les zoospores s'échappent par un orifice assez grand du côté de la cellule ; quelquefois il y en a deux en haut et en bas de la cellule.

La forme des zoospores, la membrane non stratifiée et l'appareil fixateur éloignent cette plante du genre *Chætomorpha* et lui assignent une place dans le genre *Urospora*. A l'état frais elle est très molle (1).

(1) Lyngbye affirme que cette plante est rameuse (*Hydrophytolog.*, p. 158, tab. 55 A) ; mais cela provient de ce qu'il a confondu avec elle un *Cladophora arcta* β, *hystrix* qui est entremêlé dans les échantillons de son herbier.

Gr. occid. entre 67° et 64° lat. N.

Urospora Hartzii Rosenv.

Les filaments sont longs et mous, le diamètre grand et peu variable, mesurant 75 à 90 μ, rarement jusqu'à 100 μ ; la longueur des cellules varie de la moitié jusqu'au triple du diamètre, ordinairement elle est une à deux fois aussi grande.

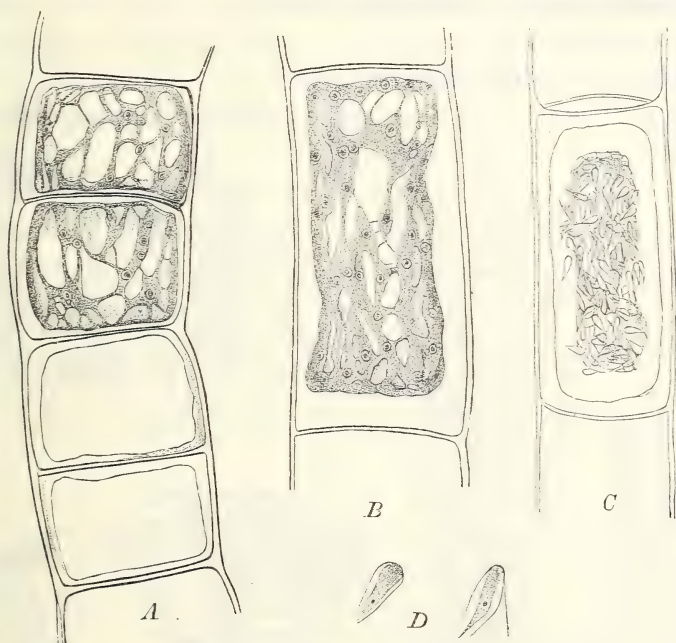


Fig. 38. — *Urospora Hartzii.* — A et B, cellules stériles ; C, cellule à zoospores, 240 : 1 ; D, zoospores montrant le pyrénoïde, 580 : 1.

Les cellules reproductrices ne diffèrent pas des cellules végétatives, par la forme ou la grandeur, elles sont cylindriques ou quelquefois très légèrement renflées. La membrane est épaisse de 2 μ. Les cellules végétatives contiennent un chromatophore réticulé avec beaucoup de pyrénoïdes, et de nombreux noyaux. Les zoospores sont étirées en pointe en arrière et munies de quatre cils en avant.

La plante rappelle le *Chætomorpha tortuosa*, mais elle est beaucoup plus molle, elle en diffère en outre par sa membrane non stratifiée et par la forme des zoospores. Elle se distingue

des autres espèces d'*Urospora* par sa grande épaisseur qui varie peu, du reste, par ses cellules à zoospores non renflées.

Gr. occid. à 62° lat. N.

FAM. — MYCOIDEACEÆ.

Pringsheimia scutata Reinke.

Gr. occid. à 67° lat. N.

Ulvella confluens Rosenv.

Cette plante forme des croûtes vertes confluentes sur de

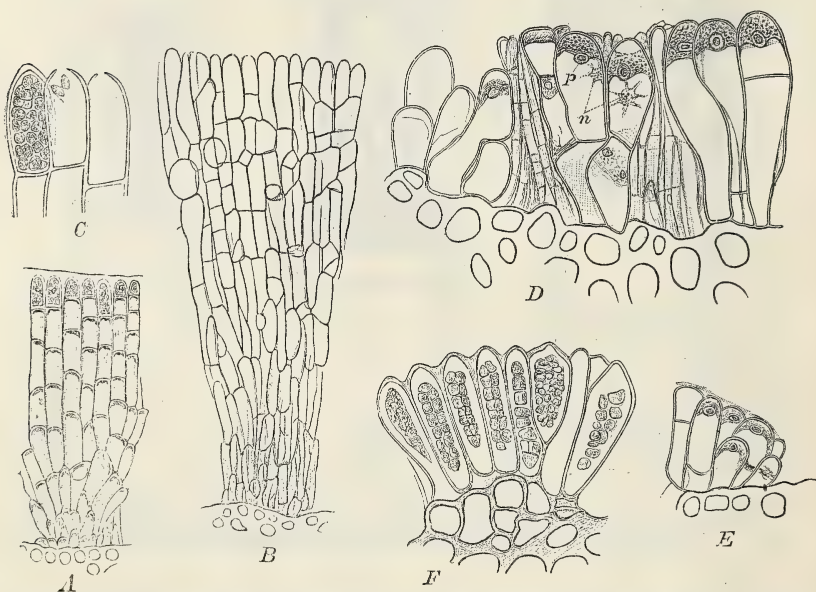


Fig. 39. — *Ulvella confluens.* — A, section verticale d'une plante stérile ; B, section verticale d'une croûte épaisse composée de filaments irréguliers; les cellules extérieures sont des sporanges en partie vidés; C, sporanges; D, jeunes individus séparés par un *Ectocarpus;* on voit les chromatophores avec un pyrénoïde *p*, et dans quelques cellules un noyau *n*; E, section verticale de la partie marginale; F, section verticale d'une plante monostromatique avec zoosporanges; A-B, 240 : 1. C-F, 540 : 1.

vieux stipes de *Laminaria longicruris.* Les croûtes adultes, atteignant une épaisseur de 260 μ, se composent de filaments verticaux plus ou moins réguliers, vers le bord rayonnants. Les cellules sont oblongues, elles contiennent un chroma-

tophore apical discoïde ou cupuliforme muni d'un pyrénoïde entouré d'amidon, et un noyau. Les cloisons transversales sont horizontales ou obliques, souvent convexes vers le haut. Les cellules superficielles ont la même forme que les cellules intérieures, mais leur contenu est plus riche; elles se transforment en zoosporanges sans changer de forme, ou bien elles deviennent un peu plus coniques au sommet. Les sporanges sont épais de 10 à 12 μ, longs de 27 à 44 μ; ils contiennent de nombreux zoospores, env. 30 à 40, qui s'échappent par un orifice apical.

La plante est sans doute vivace. Elle est d'abord monostromatique, à peu près comme un *Pringsheimia*, et peut former des zoospores en cet état (fig. 39 F.); bientôt il se produit pourtant des cloisons transversales ou obliques, et la plante croît en épaisseur.

Les irrégularités des filaments dans les thalles âgés proviennent sans doute de ce que la plante a produit des sporanges à plusieurs reprises, et que les cellules sous-jacentes ont poussé à travers les sporanges vidés.

J'ai rapporté cette espèce au genre *Ulvella* quoique elle diffère sensiblement, par sa croissance marginale, de la seule espèce décrite jusqu'ici de ce genre, l'*U. Lens* Cr. (1). La partie marginale de cette Algue est monostromatique et composée de filaments rayonnants, tandis que, dans les thalles bien développés de l'*U. confluens*, le bord même consiste en plusieurs couches de cellules. Les cellules marginales sont allongées dans le sens perpendiculaire à la surface, et la croissance paraît avoir lieu surtout de telle sorte que ces cellules se divisent par des cloisons transversales ou obliques et que la cellule inférieure émet un rameau, qui devient la cellule-mère d'un nouveau filament. Je ne suis pourtant pas arrivé à un résultat certain sur ce point.

Gr. occid. entre 70° et 64° lat. N.

(1) Voir Huber, *Chætophorées* (Ann. des sc. nat., 7e sér., t. XVI, p. 294).

Ulvella fucicola Rosenv.

Le thalle forme de petits coussinets hémisphériques ou déprimés, atteignant une épaisseur de 75 μ et composés de plusieurs assises de cellules oblongues, rayonnantes, épaisses de 5 à 7 μ, 3 à 5 fois aussi longues et contenant un chromatophore pourvu d'un pyrénoïde à amidon. A l'état fructifère toutes les cellules (à l'exception des basilaires) se transforment en zoosporanges qui sont ellipsoïdaux ou oblongs,

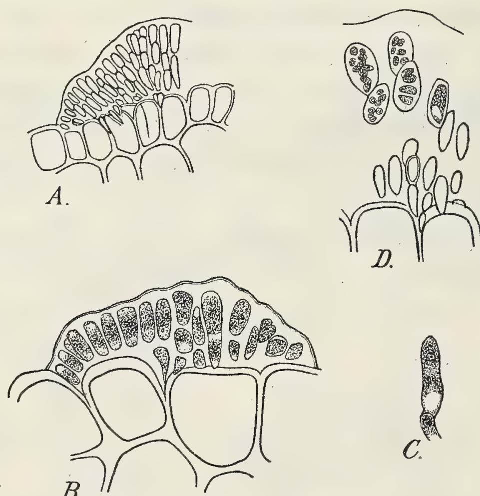


Fig. 40. — *Ulvella fucicola.* — A, section verticale d'une plante habitant un *Fucus* 300 : 1; B, semblable, mais plus jeune; C, cellule végétative; D, section verticale d'une plante à zoosporanges; B-D. 700 : 1.

atteignant une épaisseur double de celle des cellules végétatives, contenant un petit nombre de zoospores (6 à 10?), et séparés par le gonflement des membranes.

Cette espèce, qui demande encore à être étudiée, rappelle la précédente, mais elle est plus petite, les cellules aussi son plus petites, et les membranes plus gélatineuses. Les chromatophores ne se trouvent pas au sommet de la cellule, mais près du milieu. Les cellules inférieures pénètrent en partie entre les cellules du *Fucus inflatus* sur lequel la plante se trouve. L'espèce paraît différer surtout par les sporanges ; je

ne sais pas s'ils s'ouvrent au sommet ou par gélification de toute la membrane.

Gr. occid. à 69° lat. N.

CHÆTOBOLUS Rosenv.

Le thalle est épiphyte, à peu près hémisphérique ou plus rarement presque globuleux. Les cellules se divisent dans toutes les directions. Le bord du thalle hémisphérique se compose de séries de cellules irrégulièrement rayonnantes. Les cellules superficielles (à l'exception des cellules marginales) produisent, si elles ne sont pas couvertes d'autres Algues, une longue soie qui n'est ni articulée, ni séparée par une cloison de la cellule qui la porte. Propagation probablement par zoospores formées dans les cellules superficielles.

Chætobolus gibbus Rosenv.

Cette Algue croissait sur la surface du *Chætomorpha Melagonium*, en compagnie du *Lithoderma Kjellmani* et d'une espèce d'*Ectocarpus;* souvent même elle s'est trouvée englobée dans le thalle du *Lithoderma*. Le thalle est le plus souvent fixé par la face inférieure plane à la surface du *Chætomorpha*, et hémisphérique, mesurant 100 à 150 μ en diamètre et en hauteur, pourvu de soies, du moins dans la partie supérieure. La partie marginale est alors composée de filaments rayonnants, rameux, à croissance terminale. Le bord même est ordinairement monostromatique, mais immédiatement en dedans du bord on trouve des cloisons horizontales. Cette structure s'observe jusque sur des échantillons qui sont enfermés dans les Algues susmentionnées, et qui ont probablement commencé par être libres. Dans d'autres cas, la plante est entourée de tous côtés, dès le commencement même, d'Algues brunes, même à la base; elle prend alors une forme globuleuse ou arrondie et reste inerme, du moins au commencement. Les échantillons libres, au contraire, sont munis de soies même à l'état tout jeune. Les soies sont très longues et rigides, épaisses à la base de

4 à 5 μ, longuement atténuées vers le haut. La lumière de la soie est souvent oblitérée à la base à cause du gonflement de la membrane vers l'intérieur. Les cellules intérieures sont riches en amidon ; à partir de la base elles deviennent plus grandes vers le haut.

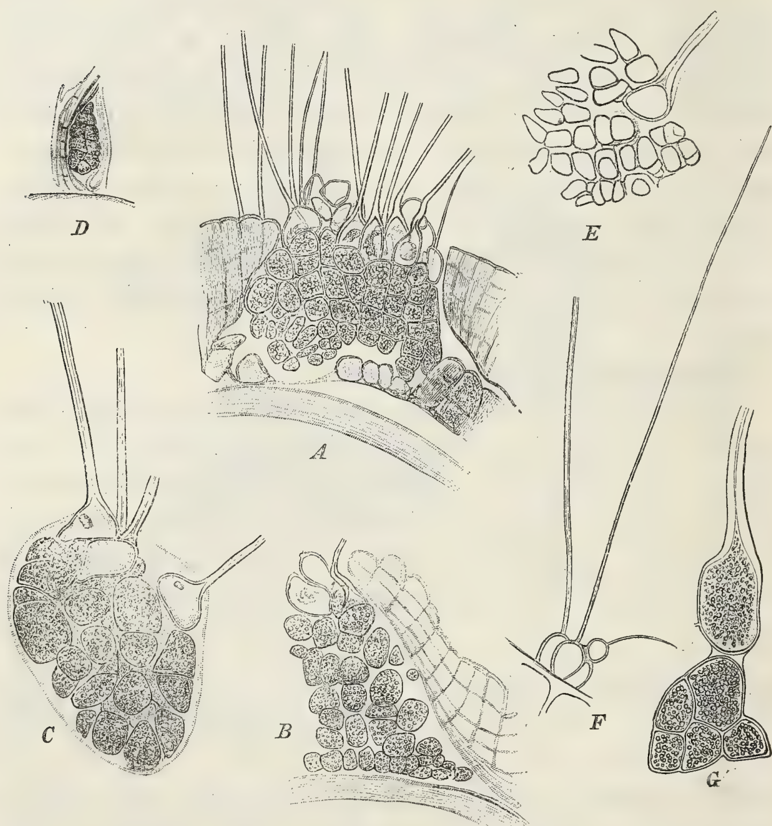


Fig. 41. — *Chætobolus gibbus.* — A, section verticale d'une plante entourée du *Lithoderma Kjellmani;* en bas on voit la membrane du *Chætomorpha;* B, la même ; toute la face inférieure est attachée au *Chætomorpha;* C, thalle entouré de tous côtés d'un *Ectocarpus ;* D, semblable, mais plus jeune ; E, thalle croissant librement sur le *Chætomorpha*, montrant la croissance marginale*;* F, jeune échantillon à la surface du *Lithoderma;* G, fragment d'une section longitudinale d'un thalle âgé. A, B, D, E, 330 : 1. C, F, G, 550 : 1.

Je n'ai pas vu des zoosporanges, mais j'ai souvent trouvé des cellules vides pourvues de soies, ordinairement à la surface même de la fronde, quelquefois aussi immédiatement

au-dessous de la surface. Je n'ai pu découvrir aucun orifice à ces cellules, j'en conclus que ce ne sont pas des sporanges vidés, mais que leur contenu a été employé à la formation de la soie; on peut trouver pourtant des cellules à longue soie encore riches en contenu. Il est invraisemblable que les zoospores supposées aient pu s'échapper par les soies, car la lumière des soies était aussi étroite dans les cellules vides que dans les cellules riches en contenu plasmique.

Ce genre diffère du genre *Ochlochæte* par le thalle formé de plusieurs assises de cellules. Dans l'*O. ferox* pourtant les rameaux latéraux « empiètent souvent sur les autres rameaux et forment ainsi localement une seconde couche de cellules » (1). On pourrait se demander si le *Chætobolus gibbus* n'est pas une forme de l'*O. ferox*, provoquée par la pression des Algues enveloppantes; cela me paraît pourtant peu probable, parce que le thalle des échantillons libres se compose de plusieurs assises de cellules, même à l'état jeune, et parce que cette structure est déterminée, par des divisions horizontales.

Ochlochæte ferox Huber (Chætophor. p. 291),

Dans quelques échantillons de *Cladophora gracilis* récoltés par M. Hartz il s'est trouvé une Algue concordant avec la description de l'*O. ferox* dans l'important travail de M. Huber publié pendant l'impression de mon travail danois. Les échantillons du Groenland diffèrent seulement en ce que les cellules marginales des échantillons jeunes se ramifient quelquefois par dichotomie, tandis que la ramification d'après M. Huber est « nettement latérale et non dichotomique », ce qui a lieu aussi dans les échantillons âgés du Groenland. M. Huber qui a bien voulu examiner quelques échantillons groenlandais a reconnu, qu'ils concordaient avec les échantillons des côtes de France; seulement les cellules marginales étaient en général moins allongées ce qui explique peut-être l'existence des dichotomies. Dans les échantillons français.

(1) Huber, *Chætoph.*, p. 292.

d'ailleurs, les filaments se ramifient parfois par fausse dichotomie; de là à une vraie dichotomie il n'y a qu'un pas,

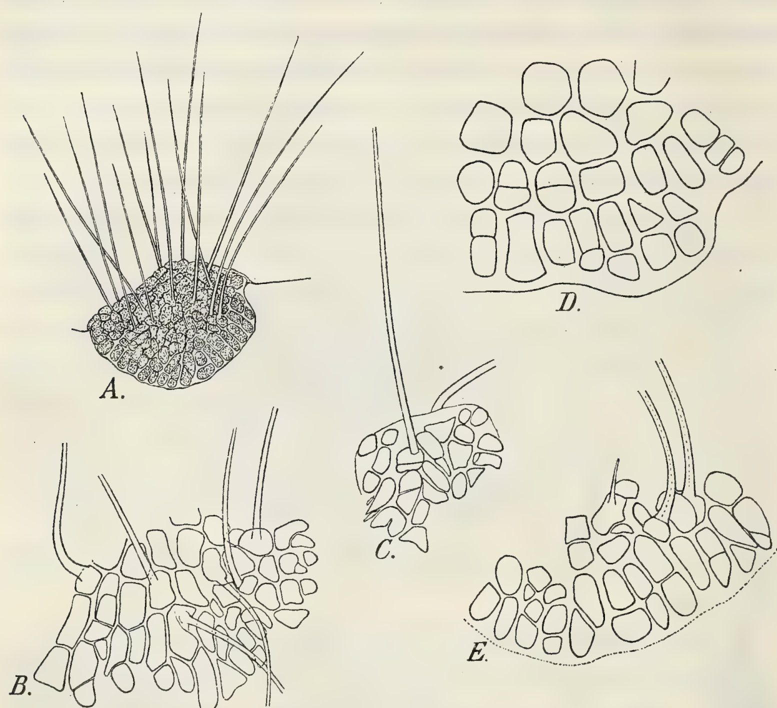


Fig. 42. — *Ochlochæte ferox.* — A, plante croissant sur un *Cladophora.* 200 : 1. B et E, parties de thalles vues d'en haut, montrant la croissance marginale; D, semblable, vue d'en bas; C, thalle jeune. B-E, 480 : 1.

comme le fait remarquer M. Huber. Je n'ai pas vu des sporanges dans les échantillons groenlandais.

Gr. occid. à 69° lat. N.

FAM. — CHÆTOPHORACEÆ.

Pilinia maritima (Kjellm.) Rosenv.

Syn. *Chætophora maritima* Kjellm.

Les sporanges sont claviformes, épais de 11 à 12 μ, longs de 16 à 20 μ, terminaux (ou latéraux), dans les échantillons groenlandais et dans des échantillons du *Chætophora mari-*

tima du Spitzberg, déterminés par M. Kjellman. Je n'ai pas trouvé des sporanges intercalaires comme ceux qui doivent se trouver chez le *Ch. pellicula* d'après M. Kjellman (1); mais parmi les échantillons groenlandais il s'est trouvé quelquefois des filaments rampants émettant des rameaux

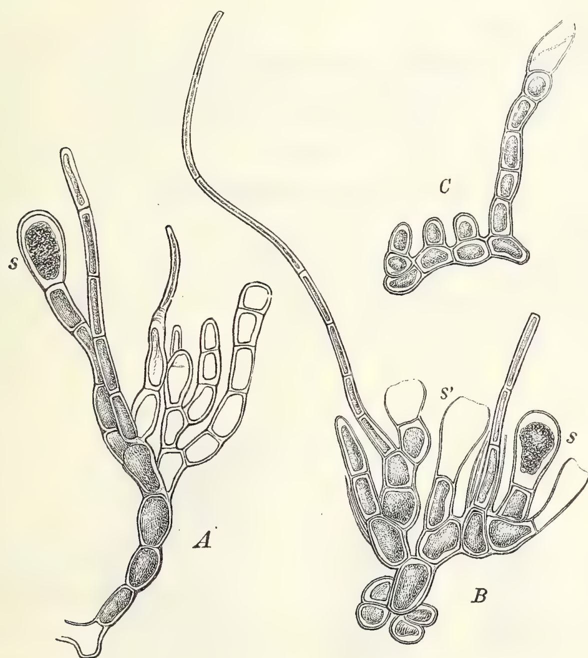


Fig. 43. — *Pilinia maritima.* — A, plante avec un sporange terminal (*s*) ; B, plante très rameuse avec sporanges dont plusieurs (*s'*) vidés ; C, filament rampant émettant des rameaux dressés. 480 : 1.

dressés, et quelques échantillons concordaient d'ailleurs, abstraction faite des sporanges, avec la description et les figures du *Ch. pellicula* Kjellm., qui n'est peut-être qu'une petite forme du *Ch. maritima.* Cette espèce appartient du reste au genre *Pilinia*; elle diffère du *P. rimosa* Kütz. par la présence de poils hyalins. Les sporanges vidés sont souvent occupés par un sporange ou un poil poussant de la

(1) Kjellman, *Algæ of the Arct. sea*, p. 286, tab. XXXI, fig. 7.

cellule sous-jacente (fig. 43 B.). La plante passe souvent à un état palmelloïde.

Gr. occid. entre 73° et 62° lat. N.

Bolbocoleon piliferum Pringsh.

Entre les filaments assimilateurs du *Symphyocarpus strangulans*.

Gr. occid. à 62° lat. N.

Entoderma Wittrockii (Wille) Lagerh.

Dans la paroi du *Polysiphonia urceolata*.

Gr. occid. à 64° lat. N.

FAM. ULOTHRICHACEÆ.

Ulothrix flacca (Dillw.) Thur.

Syn. *Conferva flacca* Dillw., *Lyngbya Carmichælii* Harv., *Urospora penicilliformis* Kjellm. ex parte.

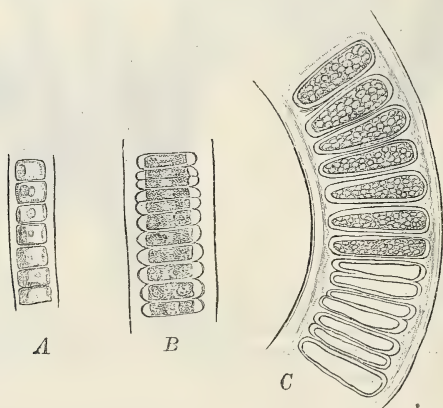


Fig. 44. — *Ulothrix flacca.* — A et B, filaments végétatifs; C, filament à zoospores. 240 : 1.

Cette espèce a été souvent confondue avec l'*Urospora mirabilis*; elle s'en distingue nettement par le noyau unique, par le chromatophore unique rubané qui, dans les cellules végétatives est muni d'un seul pyrénoïde (ou d'un très petit nombre), par les cellules plus courtes que le diamètre, par la membrane moins ferme et plus épaisse, offrant une couche extérieure homogène, et par les zoospores non cuspidées en

arrière. L'épaisseur varie de 14 à 80 μ; les filaments végétatifs sont minces, les filaments à zoospores sont épais, souvent courbés. Les échantillons fixés aux rochers sont plus longs et plus épais que les échantillons épiphytes. Je n'ai pas vu de filaments rameux.

Gr. occid. au sud de 67° lat. N.

Ulothrix implexa Kütz.

Les filaments sont épais de 7 à 15 μ, rarement jusqu'à 17 μ; les cellules sont aussi longues que le diamètre ou un peu plus courtes, rarement plus longues; les cellules à zoospores ne sont pas renflées. J'ai rapporté aussi à cette espèce des échantillons croissant surtout à l'embouchure des rivières, dont les cellules étaient plus minces, avec 4,5 à 7 μ de diamètre, et une à deux fois aussi longues qu'épaisses.

Gr. occid. au sud de 70° lat. N.

Gr. orient. à 60° lat. N.

FAM. PRASIOLACEÆ.

GAYELLA (1) Rosenv.

Le thalle est filiforme, simple ou très peu rameux, d'abord constitué par une seule série de cellules, plus tard divisé par des cloisons longitudinales dans toutes les directions et par conséquent toujours filiforme, non rubané; le reste comme chez les *Schizogonium*.

Gayella polyrhiza Rosenv.

Syn. *Schizogonium radicans* Foslie (*Contrib.* I, p. 128) non Gay (Ulothrix aériens *Bull. de la Soc. bot.* de France, t. XXXV, 1888, p. 69).

Les filaments sont simples, d'abord constitués par une seule série de cellules disciformes, avec 11 à 12 μ de diamètre, fixés au support par un rhizoïde basilaire; plus tard ils émettent çà et là des rhizines secondaires, le plus souvent de deux cellules contiguës plus grandes. Les rhizoïdes se

(1) Dédié à M. le professeur F. Gay, à Montpellier.

fixent au support et le filament se replie sur lui-même en produisant de nouveaux rhizoïdes qui naissent des cellules voisines. Les filaments commencent alors de se diviser par des cloisons longitudinales et acquièrent à la fin une épaisseur de 70 μ et une surface irrégulièrement sillonnée. Les cellules ont la même structure que dans les *Schizogonium*,

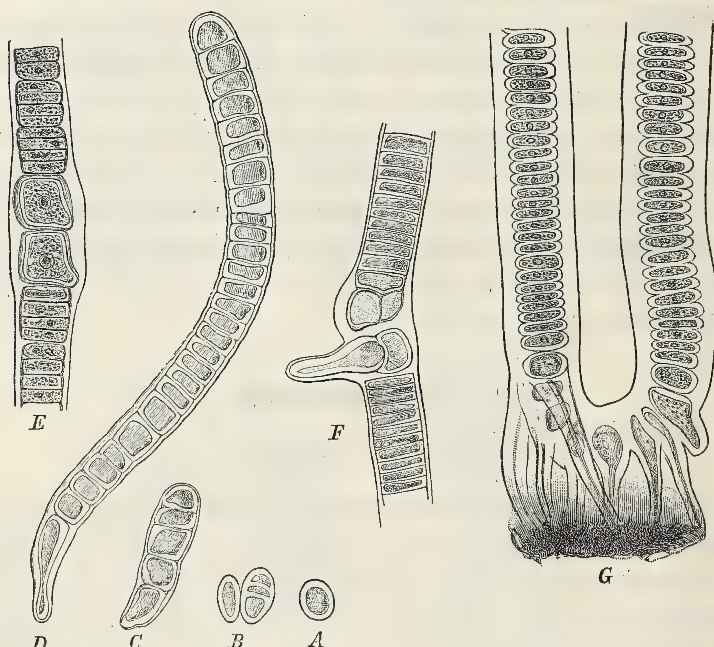


Fig. 45. — *Gayella polyrhiza.* — A-D, plantes jeunes, 720 : 1; E, filament offrant deux grandes cellules sur le point de pousser des rhizoïdes; F, stade plus avancé; les deux cellules se sont divisées par une cloison longitudinale; G, plusieurs rhizoïdes se sont formés aux dépens de cellules contiguës; le filament s'est replié sur lui-même. E-G, 580 : 1.

elles ont un chromatophore muni d'un pyrénoïde central, elles ne contiennent pas d'amidon, et sont assez régulièrement disposées en séries longitudinales et transversales. Elles finissent par se diviser en petites spores, disposées comme les cellules d'un *Sarcina*. Les filaments jeunes sont verts, les filaments fertiles sont colorés en jaune brun.

A ce même genre appartient l'*Ulothrix discifera* Kjellm.

(*Gayella discifera* (Kjellm.) Rosenv.), dont M. Kjellman a bien voulu m'envoyer des échantillons authentiques; il diffère du *G. polyrhiza* par son thalle rameux dépourvu de

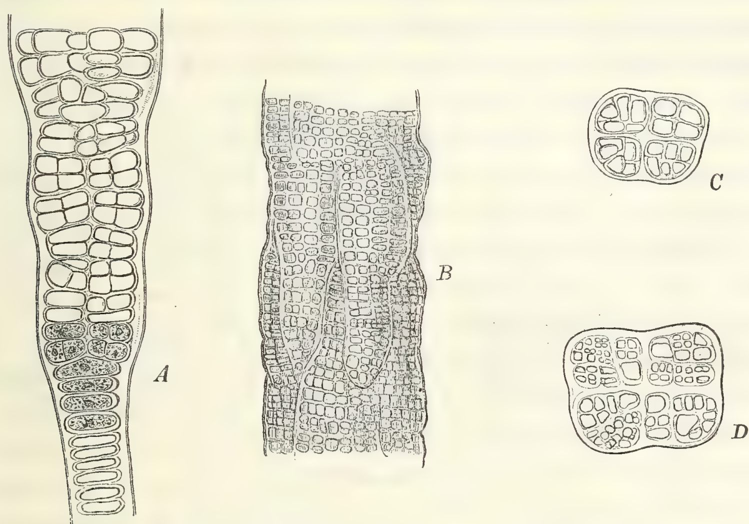


Fig. 46. — *Gayella polyrhiza.* — A, filament cloisonné en partie en direction longitudinale, 480 : 1; B, filament âgé à surface irrégulièrement sillonnée, 300 : 1; C et D, sections transversales de plantes âgées; D, avec spores (acinètes), 360 : 1.

rhizoïdes et par ses cellules moins régulièrement disposées en séries longitudinales (1).

Gr. occid., à 64° lat. N.

Fam. — ULVACEAE.

Ulva Lactuca L.

Gr. occid., entre 69° et 67° lat. N.

Monostroma fuscum (Post. et Rupr.) Wittr. emend.

Syn. *M. Blyttii* (Aresch.) Wittr., *M. splendens* (Rupr.) Wittr.

(1) Je conserve des doutes au sujet de l'attribution de l'*U. discifera* Batters (*Mar. Alg. of Berwick-on-Tweed*, 1889, p. 38), à l'une ou à l'autre de ces espèces; je ne sais pas non plus si l'*U. discifera* Borge (*Chlorophyllophyceer fr. norska Finmarken.* Bihang t. k. sv. Vetensk. Akad. Handlingar, Bd XVII, Afd. III, n° 4, p. 4) est identique à l'une d'elles. Les échantillons authentiques reçus de M. Borge ressemblaient plutôt au *G. polyrhiza;* ils n'avaient pourtant pas de rhizoïdes, mais les échantillons étaient assez défectueux.

Les *Monostroma fuscum, Blyttii* et *splendens* ont été distingués par M. Wittrock (1) principalement par des caractères anatomiques. D'après les observations de M. Kleen (2), pourtant ces caractères sont très différents dans les diverses parties de la fronde du *M. Blyttii*, et cet auteur émet l'opinion que le *M. splendens* appartient à la même espèce que le *M. Blyttii.* Je puis confirmer les observations de M. Kleen et je me range à l'opinion émise par lui; elle se trouve appuyée par ce fait que les deux espèces ont été comprises de manières différentes par les auteurs; ainsi le *M. splendens* est indiqué pour le Groenland par M. Agardh, mais non par M. Kjellman. Le *M. splendens* doit se distinguer du *M. Blyttii* surtout par sa fronde plus luisante et plus divisée. L'éclat paraît être en relation avec l'épaisseur de la paroi extérieure, mais ces caractères sont aussi variables que la hauteur des cellules et ne peuvent par conséquent fournir des caractères spécifiques; il en est de même pour l'incision de la fronde qui dépend de la station plus ou moins abritée.

Quelques échantillons du Groenland, rapportés au *M. fuscum* Wittr. par M. Kjellman et par Strömfelt, paraissaient concorder bien avec la description et les figures de cette espèce données par M. Wittrock, les cellules ayant l'aspect aplati sur une section transversale de la fronde. Après un ramollissement plus complet, je trouvai cependant que les cloisons avaient été fort pliées et que les cellules étaient en réalité allongées, prismatiques, comme chez le *M. Blyttii.* J'ai fait la même observation sur quelques échantillons d'herbier du *M. fuscum* provenant de la côte occidentale de la Suède et de la Baltique (3), et M. Reinke a trouvé des cellules semblables dans un échantillon cultivé (4). Dans d'au-

(1) Wittrock, *Försök till en monografi öfver algslägtet Monostroma.* Stockholm, 1866.

(2) Kleen, *Nordlandens högre hafsalger.* Stockholm, 1874.

(3) Rabenhorst, *Algen*, nº 1606, et Hauck et Richter, *Phycotheca univ.*, nº 124.

(4) La figure 13 de M. Wittrock (*loc. cit.*) est évidemment dessinée d'après

tres échantillons frais du *M. fuscum* Wittr., au contraire, j'ai trouvé des cellules carrées en section transversale. Puisqu'on peut trouver ainsi des cellules carrées et allongées dans le *M. Blyttii* aussi bien que dans le *M. fuscum*, comme, d'autre part, on n'a pas signalé d'autres caractères distinctifs essentiels, je réunis ces plantes avec le *M. splendens*, sous le nom spécifique le plus ancien : *M. fuscum*.

Il me semble qu'on peut distinguer deux variétés de cette espèce : var. *splendens*, à paroi extérieure épaisse, et var. *typica*, à paroi extérieure plus mince, toutes les deux offrant des cellules allongées ou carrées. Dans les échantillons du

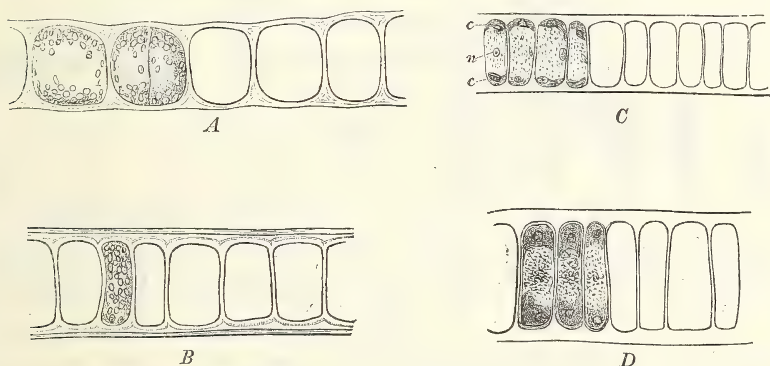


Fig. 47. — *Monostroma fuscum*. — Sections transversales de thalles; C et D, de la même section, D, de la partie médiane du thalle; *c*, chromatophores avec pyrénoïdes; *n*, noyau. En A et B on voit de nombreux grains d'amidon, 350 : 1.

Groenland, l'épaisseur varie entre 25 et 50 μ, le plus souvent entre 30 et 40 μ, les cellules sont ordinairement deux à trois fois aussi hautes que larges, et la paroi extérieure est d'épaisseur variable.

Les cellules contiennent deux chromatophores aux deux extrémités de la cellule, tandis que dans le *M. Grevillei* et d'autres espèces elles n'en contiennent qu'un seul qui se trouve du côté de la cellule qui dans la fronde encore creuse est tourné vers l'extérieur.

un échantillon d'herbier, et on ne peut donc savoir si les cellules ont bien pris leur forme naturelle par le ramollissement.

Les plantes toutes jeunes sont creuses, cylindriques ou étroitement fusiformes, courbées. Il se forme alors une fente, à ce qu'il paraît toujours du côté concave; cette fente se prolonge jusqu'au sommet de la plante, mais elle s'arrête un peu au-dessus de la base, et la partie basilaire forme par suite un stipe cylindrique, long de quelques millimètres, se continuant vers la partie inférieure de la lame, qui est ordinairement cunéiforme à bord crispé. Rarement, j'ai vu le stipe se continuer en entonnoir, long de 1 à 2 centimètres.



Fig. 48. — *Monostroma fuscum.* — Plantes jeunes, 1 : 1.

Gr. occid., au sud de 70° lat. N.

Gr. orient., à 60° lat. N.

Monostroma leptodermum Kjellm.

Le thalle atteint une longueur de 13 centimètres et une largeur de $3^{cm},5$; il est ordinairement muni d'un stipe tubuleux très long, quelquefois de 3 centimètres et davantage. Ce stipe a ordinairement environ $0^{mm},5$ de diamètre dans toute la longueur; dans un seul échantillon, il s'élargissait vers le haut; il est court à l'état jeune, mais continue longtemps de s'accroître, probablement pendant toute la vie de la plante, car on trouve même dans des échantillons âgés de nombreuses cloisons jeunes perpendiculaires à l'axe du stipe. Les cellules de la partie tubuleuse sont plus grandes que dans la lame et disposées en séries longitudinales. Les rhizines font presque défaut; dans la partie inférieure du stipe, on en trouve très peu à l'extérieur des cellules.

La lame est cunéiforme à la base, obovale, ordinairement indivise, plus ou moins ondulée, fréquemment tordue à la base.

Les cellules à zoospores sont anguleuses, de même forme que les cellules végétatives ; les cloisons sont nette-

ment limitées, et ne sont pas gélifiées après l'évacuation.

Gr. occid., entre 67° et 61° lat. N.

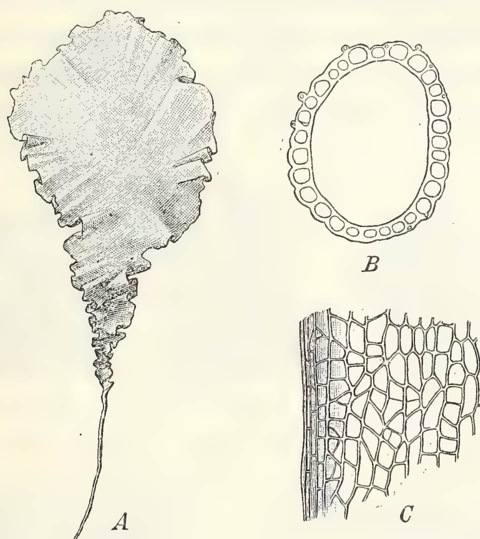


Fig. 49. — *Monostroma leptodermum.* — A, échantillon typique, 2 : 3 ; B, section transversale du stipe ; C, partie du stipe vue d'en dehors ; B et C, 240 : 1.

Monostroma undulatum Wittr.

α, *typicum* Foslie (*Contrib.* I, p. 114).

β, *Farlowii* Foslie (l. c., p. 114).

Syn. *Mon. pulchrum* Farl.

La plupart des échantillons du Groenland concordent bien avec la var. *Farlowii*, seulement les frondes sont profondément ondulées ; ils atteignent une longueur de 27 centimètres, une largeur de 12 centimètres, et sont épais de 11 à 22 μ. Un seul échantillon, épais de 30 à 36 μ, de forme ovale, appartient au type de l'espèce.

Gr. occid., entre 69° et 64°.

Monostroma Grevillei (Thur.) Wittr. emend.

Dans la monographie du genre *Monostroma* de M. Wittrock, les espèces ont été distinguées surtout à l'aide de

caractères anatomiques, et il en est de même de plusieurs espèces décrites plus tard par M. Kjellman. Les caractères anatomiques se sont pourtant montrés assez variables dans plusieurs cas, surtout dans quelques espèces voisines du *M. Grevillei*, et M. Foslie a déjà réuni quelques-unes d'entre elles. Après avoir examiné un grand nombre d'échantillons de *Monostroma* du Groenland, je me suis décidé à réunir

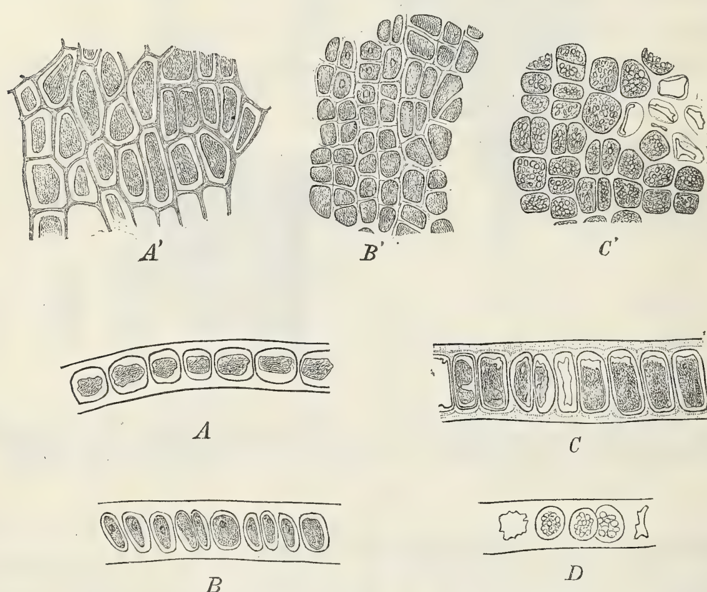


Fig. 50. — *Monostroma Grevillei* α, *typica.* — A, B et C, sections transversales; A′, B′ et C′ parties vues de la face d'un seul échantillon; A et A′, de la partie végétative; C et C′ de la partie fertile; B et B′ de la partie se préparant à la formation de zoospores; D, section transversale d'un autre échantillon fertile à cellules arrondies, 350 : 1.

plusieurs de ces espèces avec le *M. Grevillei*, ayant cherché en vain des limites distinctes entre elles. La grande variabilité de cette espèce dans la mer Glaciale dépend probablement de la température basse et relativement constante, qui permet à l'espèce d'y végéter longtemps, tandis que le *M. Grevillei* disparaît avec le printemps dans les contrées méridionales, probablement à cause de l'élévation de la température.

α, *typica* Rosenv.

Syn. *M. Grevillei* (Thur.) Wittr.

La fronde, en forme de sac au début, se fend ordinairement jusqu'à la base en lanières peu nombreuses; elle est épaisse de 13 à 25 μ; la membrane extérieure est mince ou peu épaissie. Les cellules végétatives sont à peu près carrées en section transversale de la fronde, à angles arrondis, un peu plus hautes, ou un peu moins hautes que larges. Les cellules à zoospores sont plus arrondies que les cellules végétatives et souvent plus petites par suite de ce que leur formation est précédée de divisions cellulaires qui ne sont pas suivies de croissance dans le sens de la surface de la fronde. En section transversale elles se montrent arrondies, à peu près isodiamétriques ou fréquemment allongées dans le sens perpendiculaire à la face de la fronde et alors plus hautes que les cellules végétatives. J'ai trouvé de pareilles cellules à zoospores allongées, dans un échantillon de Cherbourg (Herb. Le Jolis, n° 1298), tandis que dans quelques autres échantillons européens les cellules à zoospores avaient à peu près la même forme que les cellules végétatives. La couche intérieure de la membrane des cellules à zoospores est très réfringente; après l'évacuation, cette membrane est irrégulièrement contractée à l'intérieur de la cellule vidée.

J'ai rapporté à cette espèce quelques échantillons rapportés par M. Kjellman au *M. lubricum* Kjellm. Des parties mal conservées ressemblaient en effet aux figures de cette espèce, mais les frondes bien conservées ne différaient pas du M. *Grevillei* α, *typica*.

β, *Vahlii* (J. Ag.) Rosenv.

Syn. *M. Vahlii* J. Ag., *M. Grevillei* Kjellm.

Cette variété est très voisine de la précédente, dont elle diffère surtout par sa fronde longue, non divisée. La fronde atteint une longueur de 32 centimètres, elle est tubuleuse, cylindrique ou faiblement élargie vers le haut sur toute la longueur, à la fin ordinairement déchirée au sommet, mais non fendue. Dans ses formes extrêmes elle ressemble beau-

coup à un *Enteromorpha* (1). La paroi de la fronde est épaisse de 15 à 25 μ; les cellules sont disposées en séries longitudinales, souvent allongées dans le sens longitudinal de la fronde. Les cellules à zoospores ressemblent à celles de la var. *typica;* elles sont isodiamétriques ou allongées en forme de palissade en section transversale de la fronde.

γ, *arctica* (Wittr.) Rosenv.

Syn. *M. arcticum* Wittr., *M. saccodeum* Kjellm., *M. cylindraceum* Kjellm., *M. angicava* Kjellm.

La fronde, d'abord sacciforme, se fend ordinairement en lanières peu nombreuses; elle est épaisse de 25 à 45 μ, les cellules sont allongées dans le sens perpendiculaire à la face de la fronde ou à peu près carrées, plus rarement basses, allongées dans le sens transversal; la membrane extérieure est épaisse. La fronde prend ordinairement une couleur jaunâtre par la dessiccation.

Les espèces réunies sous ce nom de variété ont été distinguées presque exclusivement à l'aide de caractères anatomiques, mais ces caractères sont extrêmement variables; ainsi on peut trouver dans un seul et même échantillon des cellules allongées en palissades et des cellules déprimées (fig. 51, B, C). Le *M. arcticum* doit avoir, d'après la description de M. Wittrock, des cellules plus basses que larges, mais dans un échantillon distribué par M. Kjellman (Wittr. et Nordst. *Alg. exsicc*, n° 144), les cellules sont plus hautes que larges, et M. Foslie a trouvé que la forme des cellules peut varier depuis la forme basse, allongée dans le sens horizontal, jusqu'à la forme allongée dans le sens vertical. Le *M. saccodeum* Kjellm. doit se distinguer, non seulement par ses cellules allongées dans le sens vertical, mais aussi par ses cellules plus arrondies, vues de face, et séparées par des cloisons plus épaisses que celles du *M. arcticum* Wittr.;

(1) Des échantillons tout à fait semblables à ceux sur lesquels M. Agardh a établi son *Mon. Vahlii* ont été rapportés par M. Kjellman au *M. Grevillei.* Un échantillon de cette variété a été déterminé par Strömfelt comme *Enteromorpha intestinalis.*

la description et les figures de cette espèce données par M. Wittrock ont été faites pourtant, à ce qu'il paraît, d'après des échantillons stériles, tandis que les figures du *M. saccodeum* de M. Kjellman (*Alg. Arct. Sea*, pl. 28, fig. 7 et 8) représentent sans aucun doute des cellules sur le point

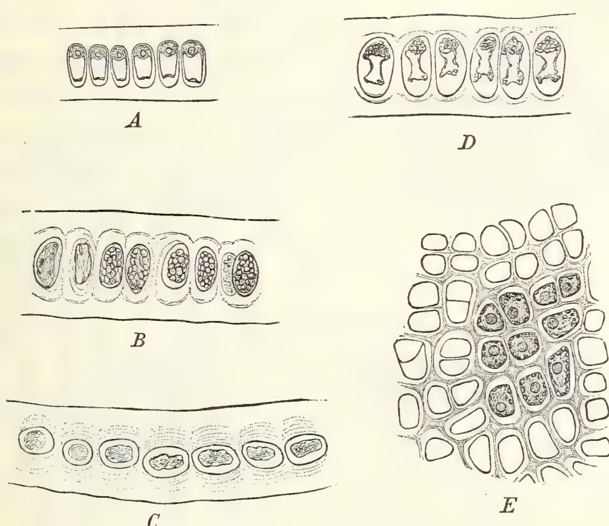


Fig. 51. — *Monostroma Grevillei* var. *arctica*. — A, section transversale d'une fronde végétative ; B et C, sections transversales d'une seule et même fronde ; D, section transversale d'une fronde végétative ; E, partie de la même fronde vue de la face, 350 : 1.

de former des zoospores. Dans des échantillons rapportés au *M. saccodeum* par Strömfelt et par M. Foslie, et dans d'autres échantillons relativement minces, j'ai trouvé des cellules végétatives anguleuses et aussi serrées que dans la var. *typica*. Les échantillons les plus épais concordent bien avec le *M. angicava* Kjellm., seulement les cellules n'atteignent pas une hauteur aussi considérable que dans les échantillons de M. Kjellman ; la paroi extérieure est épaisse, souvent stratifiée, les cellules arrondies vues de la face. Les cellules à zoospores se comportent dans cette variété comme dans les autres.

δ, *intestiniformis* Rosenv.

Cette variété a la forme de la var. *Vahlii* et la structure de la var. *arctica*. Elle ne diffère de la première que par la fronde plus épaisse et les cellules plus hautes, et elle est reliée à la var. *arctica* par des formes intermédiaires, à fronde plus ou moins fendue, et concordant avec le *M. cylindraceum* Kjellm.

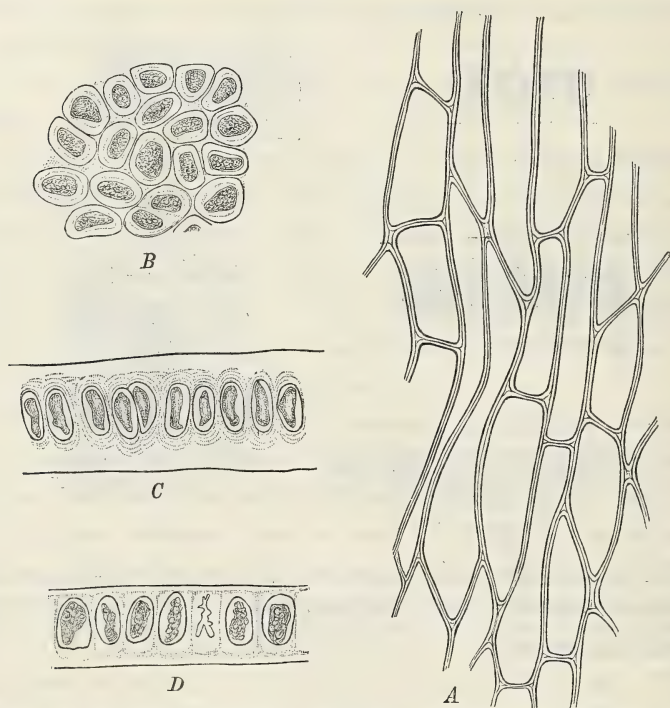


Fig. 52. — *Monostroma Grevillei* var. *intestiniformis*. — A, fragment d'une fronde, 3 millimètres de la base; B, fragment vu de face; C, section transversale de la partie supérieure de la même fronde; D, section transversale d'une autre fronde fructifiée, 350 : 1.

La fronde ressemble beaucoup à celle de l'*Enteromorpha intestinalis;* elle est tubuleuse et atteint une longueur de 53 centimètres, et sa paroi est épaisse de 25 à 50 μ. Les cellules sont ordinairement disposées en séries longitudinales distinctes; à l'état végétatif et dans le jeune âge, elles sont anguleuses, souvent carrées vues de face, à angles bien définis; plus tard, elles deviennent plus arrondies. Dans les échantillons les plus grands, qui paraissaient encore stériles,

les cellules de la partie supérieure de la fronde étaient, vues de face, irrégulièrement arrondies, un peu allongées, entourées d'une membrane spéciale très épaisse, et séparées par une substance intercellulaire bien développée. En section transversale, les cellules sont allongées en sens vertical ou aussi larges que hautes, surtout dans des frondes relativement minces. Les cellules à zoospores se comportent comme dans les variétés précédentes. Dans la partie inférieure de cette variété et de la précédente, les cellules sont très grandes et allongées ; les rhizines se développent immédiatement au-dessus de la base, et descendent surtout vers la face intérieure de la fronde.

Gr. occid., au sud de 70° lat. N.

Gr. orient., à 60° lat. N.

Monostroma (?) **groenlandicum** J. Ag.

Syn. *M.* (?) *Collinsii* Farl.

Cette plante a tout à fait l'aspect d'un *Enteromorpha* (1) ; elle a une fronde cylindrique, résistante et élastique, tubuleuse, longue de 7 à 12 centimètres, capillaire en bas, s'élargissant vers le haut, où elle atteint l'épaisseur de $0^{mm},5$, rarement de 1 millimètre, ne s'ouvrant guère au sommet qu'après la formation des zoospores.

Dans la partie stérile du thalle, les cellules sont ordinairement disposées par paires ou en tétrades dans une gelée homogène, ou offrant plus ou moins nettement les membranes spéciales des cellules ; si les groupes de cellules sont éloignés les uns des autres, ils peuvent ressembler alors à des colonies de *Glœocystis*. Dans les frondes épaisses, les cellules sont souvent réparties d'une manière plus uniforme, et plus arrondies, et la ressemblance avec un *Enteromorpha* est alors encore plus frappante. La couche cellulaire est épaisse de 26 à 32 μ, les cellules allongées en sens radial, deux à quatre fois aussi longues que larges. La cavité cen-

(1) Des échantillons de cette espèce ont été rapportés par J. Vahl à l'*Enteromorpha compressa*, par M. Kjellman en partie à la même espèce, en partie à l'*E. intestinalis* f. *attenuata*.

trale des filaments minces et de la partie inférieure des frondes épaisses est remplie d'une substance gélatineuse hyaline, contenant de nombreux petits grains accumulés surtout vers le centre. Cette gelée ne se colore pas par le chloroiodure de zinc, pas plus que la substance intercellulaire, tandis que les membranes spéciales des cellules se colorent en bleu et la cuticule en jaune; les grains se colorent en jaune

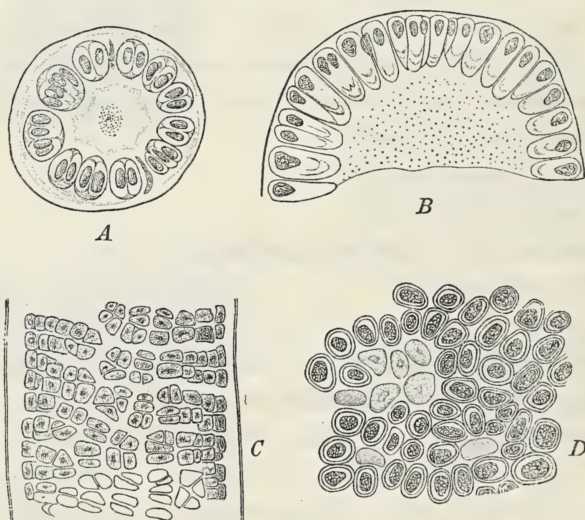


Fig. 53. — *Monostroma groenlandicum* J. Ag. — A, section transversale d'une fronde mince (récoltée par J. Vahl); B, d'une fronde plus épaisse, stérile; C, fronde stérile vue d'en dehors; D, fronde à zoospores, vue de la face; plusieurs cellules sont vidées, 350 : 1.

par le même réactif et par une solution d'iode. Dans les échantillons épais, cette masse gélatineuse disparaît à la fin complètement ou à peu près. Les cellules à zoospores, à développement basipète, sont allongées en sens radial, arrondies vues de face, et munies d'une membrane interne réfringente qui, lorsque la cellule se vide, se gonfle en une gelée hyaline remplissant la cellule.

L'appareil fixateur ressemble à celui des *Enteromorpha*, les cellules qui émettent les rhizines n'étant pas plus grandes que les autres. Le développement rappelle aussi celui des

Enteromorpha, les plantes se composant, au début, d'une seule série de cellules. Notre plante a été rapportée au genre *Monostroma* à cause de la disposition des cellules, et parce que les membranes ne sont pas nettement limitées après l'évacuation des zoospores. Ces caractères, pourtant, n'ont pas grande importance systématique, puisqu'il y a des espèces de *Monostroma* dont les cellules sont aussi serrées et les membranes aussi nettement limitées après l'évacuation des zoospores qu'elles le sont chez les *Enteromorpha* (p. ex. le *M. leptodermum*). En considérant que le *M. Grevillei* peut prendre une forme semblable à l'*Enteromorpha*, il faut avouer qu'il n'y a pas de limite bien nette entre ces deux genres.

Gr. occid., au sud de 69° lat. N.

Gr. orient., à 60° lat N.

Enteromorpha intestinalis (L.) Link emend.

α, *genuina.*

Les échantillons peu nombreux rapportés au type de l'espèce, n'ont pas la membrane interne épaissie, mais ils concordent du reste avec lui.

β, *micrococca* (Kütz.).

Syn. E. *micrococca* Kütz. (Ahlner *Enteromorpha*, p. 76).

Les échantillons rapportés à cette variété atteignent, dans certains cas, une longueur considérable (15 centim.), et ressemblent alors au type de l'espèce; ils sont rapportés à cette variété à cause des cellules très petites, de 5 à 7 μ de diamètre, et à cause de la paroi interne très épaisse. Cette paroi occupe la moitié, ou même les deux tiers, de l'épaisseur de la fronde, épaisse au total de 20 à 30 μ ; elle n'est pas homogène, comme dans la figure 7 *b* de M. Ahlner (*l. c.*), mais elle se compose de parties nettement limitées correspondant aux cellules individuelles. La hauteur des cellules est un peu plus grande ou un peu plus petite que la largeur. Dans cette variété, la fronde et les



Fig. 54. — *Enteromorpha intestinalis* var. *micrococca*. — Section transversale de la paroi de la fronde, 350 : 1.

cellules (4 à 5 μ de diamètre) sont ordinairement plus petites que dans les échantillons groenlandais.

γ, *compressa* (L.).

Syn. *Ent. compressa* (L.) Link.

Les échantillons rapportés à cette variété sont très variables par rapport aux caractères anatomiques. L'épaisseur de la fronde est ordinairement de 13 à 20 μ, mais peut être plus grande, et le diamètre des cellules varie de 5 à 17 μ. Les échantillons à grandes cellules se rapprochent du type de l'espèce, ceux à petites cellules de la var. *minima*. Les observations dans la nature montrent que les caractères anatomiques varient suivant les conditions extérieures; en général, on trouve que les échantillons le plus exposés à l'air ont les cellules les plus petites, tandis que les échantillons qui croissent plus profondément ont des cellules plus grandes. Les cellules sont ordinairement plus hautes que larges; si elles sont petites vues de face, elles sont souvent relativement hautes.

Gr. occid., au sud de 69° lat. N.

δ, *minima* (Naeg.).

Syn. *E. minima* Naeg. (Ahlner, *Enterom.*, p. 48).

Quelques échantillons, enchevêtrés en coussinets denses sur les rochers, ressemblent à la forme *glacialis* Kjellm. (Wittr. et Nordst., *Alg. exs.*, n° 43); leur fronde est épaisse de 9 à 13 μ, les cellules anguleuses, 5 à 8 μ de diamètre, allongées dans le sens perpendiculaire à la surface de la fonde. Quelques autres échantillons concordent avec cette variété par la structure, mais ils sont plus grands, longs de quelques centimètres, et semblables au type de l'espèce. Du reste, cette variété est surtout voisine de la précédente.

Gr. occid., entre 71° et 61° lat. N.

Enteromorpha prolifera (O. F. Müll.) J. Ag.

Je rapporte aussi à cette espèce l'*E. arctica* J. Ag., car il m'a été impossible de reconnaître une différence bien nette entre elles.

M. Agardh (1) rapporte l'*E. prolifera* aux *Intestinales*, qui sont caractérisés par des « *cellulis majusculis* », mais il le décrit pourtant avec des « *cellulis minutis* ». L'*E. arctica*, au contraire, est rapporté aux *Micrococcæ*, et ses cellules sont, d'après cet auteur, « minutæ (magnitudine fere Ent. compressæ) ». La grandeur des cellules ne paraît donc offrir aucune différence d'après les descriptions, ce qui a été confirmé par l'examen d'un échantillon authentique communiqué par M. Agardh, et il n'y a guère d'autres différences essentielles entre les deux espèces. La structure de l'*E. arctica* ressemble plutôt à celle de l'*E. intest.* α, *genuina* ou γ, *compressa*, suivant l'épaisseur des cloisons et la forme des cellules, qui sont très variables. Dans les parties âgées, les cellules sont ordinairement plus arrondies et les cloisons épaisses, quelquefois même gélatineuses, et la structure rappelle alors celle de l'*E. intest.* β, *micrococca*, avec des dimensions plus grandes.

Les échantillons rapportés à cette espèce ont tous des rameaux plus minces que les axes principaux. Les cellules sont toujours disposées en séries longitudinales nettes dans les rameaux minces, tandis que, dans les axes principaux, cette disposition est souvent moins nette, ou même tout à fait effacée. La fronde est épaisse de 20 à 30 μ, les cellules ont environ 10 à 14 μ de diamètre, ordinairement une fois et demie à deux fois aussi hautes que larges. Les rameaux sont quelquefois un peu rétrécis à la base, et les cellules de cette région se prolongent alors vers le bas et vers l'intérieur, en forme de rhizines (2).

Gr. occid., au sud de 72° lat. N.

Var. *trabeculata* Rosenv.

Cette variété est remarquable par de curieuses plaques qui traversent la cavité centrale en direction transversale ou oblique. Vues du dehors, elles ressemblent à des dia-

(1) J. Agardh, *Till Algernes Systematik*, III, p. 124.

(2) Sur des formations analogues dans d'autres espèces, voy. J. Agardh (*loc. cit.*), p. 120, pl. IV, fig. 108.

phragmes, mais elles sont toujours plus étroites que la cavité de la fronde, et elles semblent quelquefois réduites à des cordes minces. A la périphérie, elles se continuent le long de la paroi intérieure de la cavité; quelquefois, deux ou plusieurs plaques se rencontrent dans un point de la périphérie. Elles se colorent en jaune par le chloroiodure de zinc, et paraissent être analogues à ce que j'ai désigné autrefois comme

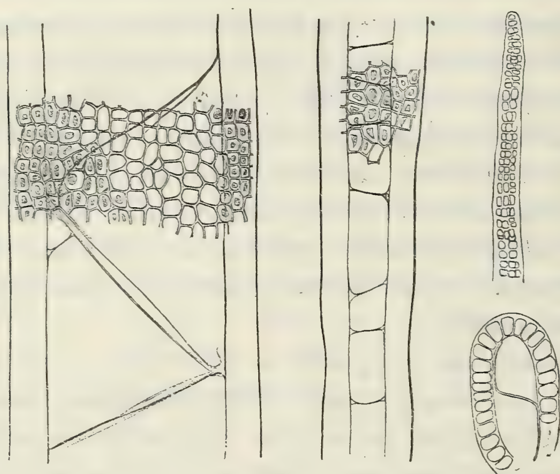


Fig. 55. — *Enteromorpha prolifera* var. *trabeculata* — A, fragment d'un thalle en section optique; en haut on voit les cellules de la face; B, rameau mince en section optique; C, fragment d'un rameau; D, section transversale d'un thalle, 160 : 1.

des formations cuticulaires intercellulaires chez les Floridées (1). Je n'ai pas suivi leur développement.

Les échantillons rapportés à cette variété ne diffèrent guère, d'ailleurs, du type de l'espèce; ils sont assez minces, et ont des rameaux capillaires très longs. Chez le type de l'espèce, j'ai quelquefois trouvé des traces de pareilles plaques.

Gr. occid., à 64° lat. N.

Percursaria percursa (Ag.) Rosenv.

Syn. *Conferva percursa* Ag., *Scytosiphon compressus* γ *confervoideus*

(1) L. Kolderup Rosenvinge, *Bidr. t. Polysiphonias Morfologi. Botan. Tidsskrift*, XIV. — N. Wille, *Morf. og. phys. Stud. ov. Alger*, I, p. 105.

64e ANNÉE. — VIIe SÉRIE. T. XIX. Nos 3, 4, 5 et 6

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SEPTIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. PH. VAN TIEGHEM



TOME XIX. — Nos 3, 4, 5 et 6

PARIS
G. MASSON, EDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain
1894

PARIS, 30 FR. — DÉPARTEMENTS ET ÉTRANGER, 32 FR.
Ce cahier a été publié en février 1895.
Les *Annales des sciences naturelles* paraissent par cahiers mensuels.

Conditions de la publication des Annales des sciences naturelles

SEPTIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

Publiée sous la direction de M. PH. VAN TIEGHEM.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes XVII et XVIII sont complets.

ZOOLOGIE

Publiée sous la direction de M. A. MILNE-EDWARDS.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes XVII et XVIII sont complets.

Prix de l'abonnement à 2 volumes :

Paris : 30 francs. — Départements et Union postale : 32 francs.

ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

Dirigées, pour la partie géologique, par M. HÉBERT, et pour la partie paléontologique, par M. A. MILNE-EDWARDS.

L'abonnement est fait pour un volume d'environ 300 pages, publié en plusieurs fascicules dans le courant d'une année.

Prix du volume :

Paris : 15 fr. — Départements : 16 fr. — Union postale : 17 fr. Le tome XXII est publié.

Prix des collections.

PREMIÈRE SÉRIE (Zoologie et Botanique réunies),	30 vol.	(*Rare.*
DEUXIÈME SÉRIE (1834-1843).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
TROISIÈME SÉRIE (1844-1853).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
QUATRIÈME SÉRIE (1854-1863).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
CINQUIÈME SÉRIE (1864-1873).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
SIXIÈME SÉRIE (1874 à 1885).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
GÉOLOGIE, 22 volumes.		330 fr.

Lyngb., *Diplonema percursum* (Ag.) Kjellm., *Percursaria confervoidea* (Lyngb.) Foslie.

Gr. occid., au sud de 69° lat. N.

FAM. — PROTOCOCCACEÆ.

Chlorochytrium Cohnii Wright.

Gr. occid., au sud de 69° lat. N.

Chlorochytrium inclusum Kjellm.

Les échantillons du Groenland concordent bien avec la description de M. Kjellman, seulement ils sont ordinairement plus petits. Dans un échantillon habitant un *Fucus* se trouvaient environ dix corps ronds provenant peut-être de zoospores germant sans s'être échappées.

Gr. occid., entre 69° et 64° lat. N.

Chlorochytrium dermatocolax Reinke.

Les échantillons du Groenland, qui habitent le *Sphacelaria racemosa* et le *Chaetopteris*, concordent bien avec des échantillons authentiques communiqués par M. Reinke; seulement, ils sont un peu plus grands. La plante endophyte se trouve dans la paroi externe de la plante hospitalière; elle soulève la couche superficielle, mais n'agit guère sur la forme des cellules. Elle est circulaire ou ovale vue d'en haut, aplatie en bas, convexe vers l'extérieur, variant de la forme hémisphérique à la forme conique. Vers l'époque de la formation des zoospores, la membrane, dont l'épaisseur n'atteint guère 1 μ, s'épaissit au sommet en forme de papille qui se dissout, et les zoospores s'échappent alors par un orifice situé au niveau de la membrane.

Gr. occid., entre 69° et 64° lat. N.

Chlorochytrium Schmitzii Rosenv.

La cellule est claviforme ou obovée, arrondie et sans papille au sommet, plus ou moins atténuée vers le bas; la longueur atteint 200 μ, la largeur 65 μ, la membrane est épaisse de 2 à 4 μ; la cellule contient un chromatophore unique pariétal et latéral, non ou peu lobé; dans quelques cas, le chromatophore contenait deux pyrénoïdes; dans d'autres

cas, les pyrénoïdes n'étaient pas distincts. Je n'ai pas vu d'échantillons à zoospores.

Cette espèce, qui croît dans le thalle du *Cruoria arctica*, diffère du *Ch. inclusum* par la cellule atténuée vers le bas et par le manque de papille (au moins à l'état stérile). Elle rappelle les « *grüne Schläuche* » trouvés par M. Cohn dans le

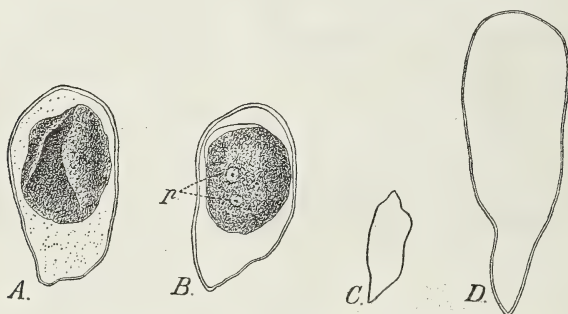


Fig. 56. — *Chlorochytrium Schmitzii* Rosenv. — B, pyrénoïdes, 200 : 1.

thalle du *Cruoria pellita* (1), mais elle s'en distingue par l'absence d'un stipe formé par la membrane.

Gr. occid. à 72° lat. N.

D. — MYXOPHYCEÆ.

FAM. — RIVULARIACEÆ.

Calothrix scopulorum (W. et M.) Ag. (1).
Gr. occid., au sud de 73° lat. N.

Rivularia atra Roth (2).
Gr. occid., au sud de 70° lat. N.

FAM. — OSCILLARIACEÆ.

Oscillatoria tenuis Ag.

(1) Rabenhorst, *Beitr. zur näheren Kenntn. d. Algen*, Heft II, p. 33, pl. V, fig. 9-10.

(2) Les échantillons de *Calothrix* et de *Rivularia* ont été déterminés en grande partie par M. le professeur C. Flahault à Montpellier.

Gr. occid., au sud de 61° lat. N.

Oscillatoria amphibia Ag. (1).

Gr. occid., à 60° lat. N.

Spirulina subsalsa Œrst.

Gr. occid., au sud de 61° lat. N.

FAM. — **CHAMÆSIPHONIACEÆ.**

Pleurocapsa amethystea Rosenv.

Les cellules végétatives sont, au début, solitaires, hémisphériques ou déprimées, ou presque globuleuses, arrondies

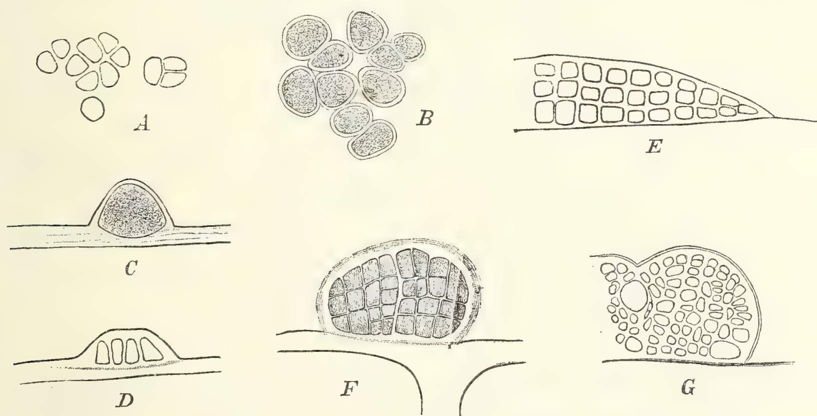


Fig. 57. — *Pleurocapsa amethystea.* — A, jeunes individus, en partie divisés, vus d'en haut; B, les mêmes, encore indivis; C, cellule solitaire vue de côté; D, thalle divisé par des cloisons verticales en section optique; E et F, thalles divisés par des cloisons verticales et horizontales; G, thalle adulte avec des spores, 720 : 1.

ou polyédriques, vues d'en haut, par pression réciproque. Le diamètre le plus grand est de 10 à 13 μ. Ces cellules se divisent par des cloisons verticales et horizontales, et forment ainsi des thalles hémisphériques ou presque globuleux, de 45 μ ou davantage de diamètre. Les cellules deviennent de plus en plus petites, et comme dernier produit des divisions il se forme des spores très petites de 1 à 2 μ de diamètre. La couleur est d'un violet sombre.

(1) Les échantillons d'*Ocillatoria* ont été déterminés en grande partie par M. M. Gomont à Paris.

Cette plante, qui croît à la surface du *Rhizoclonium riparium* forme *validum*, ressemble, au début, à un *Dermocarpa*, mais elle diffère de ce genre par les divisions végétatives. Elle se distingue des espèces déjà décrites de *Pleurocapsa* par sa couleur, par ses cellules et par ses spores plus petites. Les grands thalles se forment, sans doute, souvent par fusion de plusieurs individus séparés au début.

Gr. occid., à 63° lat. N.

CONTRIBUTION

A L'ÉTUDE

DE

L'ANATOMIE COMPARÉE DU FRUIT

DES CONIFÈRES

Par MAXIME RADAIS.

INTRODUCTION

Dans les nombreux travaux accumulés sur l'important groupe des Conifères, la carpologie n'est représentée que d'une manière incomplète.

Les anatomistes qui ont étudié la fleur femelle ont borné leurs investigations aux faits de nature à apporter quelques éclaircissements à l'interprétation morphologique des organes essentiels et accessoires de l'appareil sexuel. Ils ont laissé de côté, à part quelques rapides indications, le processus de maturation de ces organes.

Seuls, les caractères carpologiques relevant de la morphologie externe ont été l'objet de quelque attention de la part des botanistes, qui les ont utilisés d'ailleurs dans la classification.

Nous avons pensé que l'étude de la morphologie interne de ces mêmes organes pouvait présenter quelque intérêt, sinon pour l'interprétation morphologique, encore discutée,

de la fleur femelle des Conifères, du moins pour la recherche des affinités mutuelles de ces plantes.

L'intérêt du sujet ne se limite pas, d'ailleurs, aux espèces actuellement vivantes ; il s'attache, en outre, aux restes fossiles, qui représentent, soit des espèces de notre époque, soit des races éteintes dont ils sont les derniers vestiges. Le nombre de ces documents paléontologiques s'accroît tous les jours : il est légitime de penser que la description et la représentation de la structure histologique du fruit de nos Conifères actuelles viendront en aide aux paléontologistes dans leurs recherches sur les restes fossiles des espèces de ce groupe.

Le but de notre travail se trouve ainsi précisé : rechercher, dans l'anatomie du fruit des Conifères, les caractères de nature à aider à la classification, et, s'il est possible, à éclairer l'évolution de ces plantes dans le temps.

Ce premier mémoire comprendra seulement le groupe des Pinoïdées, tel qu'il est défini par Eichler dans « Engler et Prantl » (1). Les Taxoïdées seront étudiées dans un travail ultérieur.

Notre programme offrirait maintenant des limites précises, si le fruit, chez les Conifères, répondait sans conteste à la définition créée, pour une production analogue, chez les Phanérogames supérieures.

Or, comme nous l'avons dit plus haut, l'interprétation morphologique de l'appareil femelle et de ses annexes, chez les Conifères, soulève, même à l'heure actuelle, des divergences d'opinion ; les mêmes dissidences se retrouvent par suite dans l'interprétation du fruit.

Il convient donc, sans entrer dans ces discussions, de donner une valeur au moins conventionnelle à cette expression.

Considérant comme *nucelle* (dans le sens attaché à ce mot chez les Angiospermes) le mamelon parenchymateux qui donne naissance au sac embryonnaire, et comme *tégument*

(1) Eichler, *Die natürlichen Pflanzenfamilien* de Engler et Prantl. *Coniferæ*, 1887, p. 65.

l'enveloppe immédiate qui le revêt, nous appellerons *ovule* l'ensemble de ces productions et *graine* le produit développé qui en dérive.

Le *fruit* sera l'ensemble des organes, de nature caulinaire ou foliaire, qui concourent à porter ces graines jusqu'à leur dissémination.

Cette définition, toute de convention, et d'ordre physiologique seul, n'a d'autre but que de préciser les limites de notre travail. Elle répond, pour les Pinoïdées (Eichler), au strobile tout entier, axe et appendices.

Avant d'aller plus loin, qu'il nous soit permis de remercier tous ceux qui, de près ou de loin, nous ont rendu la tâche plus facile.

M. le professeur Munier-Chalmas a bien voulu nous aider de ses conseils : nous lui en exprimons toute notre gratitude.

Nous adressons aussi les plus vifs remerciements à MM. les professeurs Gouët et Pierret, qui nous ont largement facilité l'accès de la collection de Conifères des Barres-Vilmorin; à M. le Dr Bailly, de Nouan, qui a bien voulu mettre sa collection particulière à notre disposition, et aux nombreux correspondants qui ont répondu à notre appel en nous envoyant des échantillons.

Enfin, la partie technique de ce travail a été exécutée au Laboratoire de botanique que dirige, à l'École de pharmacie de Paris, M. le professeur Guignard. Nous sommes heureux d'exprimer à ce savant maître toute notre reconnaissance pour les conseils qu'il n'a cessé de nous prodiguer.

HISTORIQUE

Avant d'exposer les résultats de nos recherches, nous devons faire une revue des opinions des auteurs concernant la morphologie des organes que nous allons étudier.

Dans le plus grand nombre des cas, ces opinions ont été émises à propos de la fleur femelle. Il semble donc, au premier abord, que la connaissance détaillée de ces interpré-

tations ne soit pas absolument nécessaire pour aborder l'étude du fruit. Cela est vrai pour ce qui a trait aux organes essentiels de l'appareil reproducteur, le nucelle et son enveloppe immédiate; mais les organes accessoires (bractées, écailles, etc.), dont le développement va nous occuper, ayant toujours été, avec les premiers, l'objet d'une étude connexe et simultanée, nous croyons utile, pour le lecteur, de résumer, au moins brièvement, la bibliographie de la question.

On verra d'ailleurs, par l'exposé qui va suivre, qu'il est souvent impossible de séparer, dans les descriptions données et dans les interprétations proposées, ce qui se rapporte à la fleur de ce qui appartient au fruit. On le comprend facilement si l'on songe que, chez les Conifères, les premiers phénomènes de différenciation des organes qui doivent concourir à protéger les graines se manifestent longtemps avant la fécondation.

Comme l'étude des organes accessoires doit surtout nous occuper, nous insisterons plus particulièrement sur cette partie de notre revue, en reléguant au second plan ce qui a trait aux organes essentiels de la fleur femelle. Enfin, nous passerons rapidement sur les travaux anciens concernant la morphologie externe (1) et nous réserverons une place plus large aux idées des auteurs plus récents, qui se sont appuyés sur l'anatomie microscopique pour formuler leurs conclusions.

En 1788, A.-L. de Jussieu (2) considère l'écaille interne des Abiétinées comme un ovaire à deux loges étalées. L'écaille ou squamule externe est un style.

C'est une opinion peu différente que soutient Tris-

(1) Ces travaux ont d'ailleurs été longuement résumés par Strasburger en 1872. (*Coniferen und Gnetaceen.* — Iéna, 1872). Cet admirable travail bibliographique nous a été du plus grand secours et nous nous sommes contenté des analyses de l'auteur lorsque nous n'avons pu remonter aux sources.
(2) *Genera plantarum*, p. 414.

tan (1), en 1810, pour les Pins, Sapins et Mélèzes. Les chatons femelles offrent deux sortes d'écailles, superposées deux à deux, l'une dans l'aisselle de l'autre, à chaque point d'insertion. L'écaille interne est un ovaire biloculaire, dépourvu de style et dont le bord supérieur (Sapins, Mélèzes) ou la pointe (Pins) forme le stigmate. La présence de poils glanduleux en ces régions appuie cette dernière opinion. L'écaille externe est une bractée analogue aux feuilles.

Le fruit est biloculaire, trivalve et disperme. Tristan regarde en effet l'écaille interne (ovaire) comme dédoublée en une lame externe épaisse et deux lames internes minces, qui recouvrent les graines. Ces deux lames internes restent adhérentes aux graines dont elles forment les ailes.

Targioni-Tozzetti (2) émet, à la même époque, une opinion différente de celle de Tristan sur la situation véritable du stigmate qui doit recevoir le grain de pollen. Précisant certaines observations déjà faites par Trew (3) en 1767, le botaniste italien fait remarquer la différence qui existe entre la pollinisation chez les Conifères et le même phénomène chez les Phanérogames supérieures. C'est l'ovaire ou plus exactement l'ovule qui, à l'exemple de ce qu'on voit chez les Cryptogames, reçoit directement la semence et la conduit jusqu'à l'embryon (4) (*ovarium, seu uterus, vel potius ovulum ipsum ore hiante auram recipit et ad embryonem nudum immediate transmittit*). Targioni-Tozzetti ajoute que cette ouverture réceptrice, qui remplit, au sommet de l'ovule, les fonctions du stigmate d'un pistil, se ferme ensuite pour inclure au sommet de la graine l'élément fécondateur.

(1) *Mémoire sur le genre* Pinus *de* Linné, Ann. Mus. Hist. nat., XVI, p. 240-253.

(2) Obs. bot. decas., 3, 4, 5. — *Annali del Museo di Firenze*, II, p. 2do, p. 21, 1810.

(3) *Nova acta Naturæ curiosorum*, III, p. 453, tab. 13, fig. 23.

(4) On sait qu'on admettait alors la préexistence de l'embryon au moment de la fécondation, dont le rôle se bornait à en provoquer le développement.

Mirbel, aidé de Dijon et de Schoubert, publia, de 1810 à 1815 (1), plusieurs notes concernant les Conifères. Après avoir d'abord considéré les écailles fructifères des Pins, des Sapins et des Mélèzes comme des feuilles transformées, Mirbel reconnaît que les feuilles sont, au contraire, représentées, dans le cône, par les bractées qui accompagnent les écailles. Ces dernières sont des organes particuliers qu'on peut considérer comme des pédoncules élargis.

Chez les *Thuja*, les Cyprès, les *Araucaria*, Mirbel regarde comme évidente la transformation des feuilles en écailles fructifères. Que ces écailles soient ou non des feuilles transformées, les organes reproducteurs qu'elles portent sont des fleurs, soit libres et dressées, soit renversées et soudées aux écailles. Ce sont ces dernières qui contribuent surtout à former le cone, soit qu'elles se soudent, en devenant charnues, comme chez les Genévriers, soit qu'elles s'imbriquent en s'épaississant comme le montrent les cônes des Pins, des Sapins, des Mélèzes et des Cèdres. Quand au fruit, c'est un gland uniloculaire, monosperne.

En 1825, Robert Brown (2) formule une interprétation de la fleur femelle des Conifères qui, conforme aux idées déjà exprimées à ce sujet par Trew (3) et Targioni-Tozzetti (4), emprunte une précision plus grande à la connaissance plus parfaite qu'on avait de l'ovule à cette époque. Le botaniste anglais affirme que les prétendus ovaires de Mirbel sont des ovules, comparables à ceux des autres plantes phanérogames. Ils n'en diffèrent que par l'apparence inégale de la surface apicale de l'amande (nucelle) et par une

(1) *Ann. Mus. hist. nat.*, XV, p. 473-476 ; XVI, p. 450-458. — *Nouv. bull. d. Sc. de la Soc. Philom.*, III, 73, 85, 121. — *Elém. de Physiol. vég. et de Bot.*, I, p. 347 ; II, p. 907.

(2) *Sur la constitution de la fleur femelle des Cycadées et des Conifères.* — Linn. Soc. Trans., nov. 1825. — *Captain King's voyage*, appendix b. botany, p. 529-559, London, 1826, — ou bien *Ann. Sc. nat. Bot.*, VIII, juin 1826, p. 211.

(3) *Loc. cit.*

(4) *Loc. cit.*

sécrétion dont elle semble être le siège. Mais ces différences peuvent être considérées comme des modifications d'adaptation.

Leur structure très simple et la perforation apicale de leur sommet doivent empêcher de les considérer comme des pistils : ce sont des ovules nus.

R. Brown se pose aussi la question de savoir si ces ovules naissent sur une feuille modifiée ou viennent directement de la tige, mais, après avoir essayé de tirer quelques arguments des homologies qui doivent exister entre la fleur mâle et la fleur femelle, il ne se prononce pas catégoriquement sur ce point. Il incline cependant vers la première hypothèse.

En cette même année parut le mémoire de L.-C. Richard (1) sur les Conifères et les Cycadées. Dans cette œuvre posthume, éditée et rédigée par son fils, Achille Richard, le botaniste français considère l'ovule tégumenté de R. Brown comme une fleur composée d'un pistil et d'un périanthe.

C'est ainsi que, dans le *Ginkgo*, ces fleurs, portées à l'aisselle d'une feuille par de longs pédoncules, comprennent un périanthe atténué en cône au sommet, où il se termine par une étroite ouverture. A l'intérieur de ce périanthe, on trouve un ovaire adhérent dont le tiers supérieur seulement est libre. Au sommet de l'ovaire de petites glandules jouent le rôle de stigmate. Quant au rempart basilaire du périanthe, il doit être considéré comme une cupule analogue à celle du *Taxus*, dont les fleurs sont, d'autre part, construites comme celles du *Ginkgo*.

Les *Podocarpus* ont aussi des fleurs pédonculées et, de plus, retournées ; en outre, un involucre, formé, de deux à quatre écailles très charnues et concrescentes, s'insère sur le pédoncule au-dessous de la fleur. Une écaille terminale

(1) *Commentatio botanica de Conifereis et Cycadeis*, 1826.

née à l'aisselle de l'une des précédentes, coiffe d'une saillie externe le périanthe retourné.

Chez les *Dacrydium*, c'est encore une écaille qui porte la fleur, mais au milieu de sa face supérieure ; cette fleur, entourée d'ailleurs d'un *involucre* spécial, monophylle, est à moitié retournée. Plus tard, le fruit dépasse l'involucre qui forme capsule à la base.

Les *Juniperus* offrent une inflorescence de deux ou trois fleurs incluses ensemble dans un *involucre* formé de feuilles soudées. Cet involucre constitue une enveloppe péricarpoïde charnue.

Chez les *Thuja*, *Callitris*, *Taxodium*, les fleurs sont solitaires ou groupées par deux ou plus, libres et dressées à l'aisselle d'écailles très accrues.

Chez les *Pinus*, *Abies*, on rencontre constamment, pour chaque écaille, deux fleurs retournées. L'écaille est d'ailleurs double et porte extérieurement un appendice souvent denticulé, qui naît de la base même de l'écaille. La situation retournée des fleurs se retrouve chez les *Araucaria*, *Agathis*, *Cunninghamia;* mais ici les fleurs se prolongent en haut en un appendice membraneux qui s'applique à la partie supérieure de l'écaille.

Quant à l'écaille externe des Abiétinées, elle est analogue à l'appendice qu'on observe au sommet de l'étamine. On ne l'observe pas chez les *Agathis*.

Richard s'élève contre la théorie de R. Brown. Cette théorie constituerait pour les plantes auxquelles elle s'applique une anomalie unique qui les éloignerait de tous les autres groupes : on ne connaît pas de plantes ayant des ovules nus et sans ovaire.

De plus, le micropyle d'un ovule est toujours une très petite ouverture, jamais saillante : que signifierait alors le tube proéminent qu'on observe chez les Conifères?

Il est plus logique de considérer cette enveloppe comme un ovaire périanthé, d'autant que, après la fécondation, elle prend un développement beaucoup plus comparable à

celui d'un ovaire soudé à son périanthe qu'à celui d'un tégument ovulaire.

En résumé, L.-C. Richard considère le tégument ovulaire de R. Brown comme un périanthe ou calice, et l'ovule inclus comme un ovaire portant un clos, stigmate au sommet et un ovule pendant à l'intérieur.

Quant au fruit, c'est un cariopse ou gland, c'est-à-dire un fruit uniloculaire, monosperme, indéhiscent, dont le péricarpe est intimement soudé avec le tégument de la graine. Le cone est une agrégation de fruits.

En 1833, Lindley (1) se range aux idées de R. Brown et dès 1836 (2) les applique à la classification, en créant la classe des Gymnospermes qu'il place entre les Monocotylédones et les Dicotylédones. En 1847 (3), il comprend dans les *Gymnogènes*, les *Cycadacées*, *Pinacées*, *Taxacées*, *Gnétacées*. C'est la division actuellement admise pour les Gymnospermes.

Les classificateurs allemands adhèrent dès 1833 à la théorie de Robert Brown. Nees d'Esenbeck (4) et plus tard Endlicher (5) considèrent l'écaille porte-ovule comme un ovaire.

Cet ovaire se montre, chez les Abiétinées, à l'aisselle d'une bractée, qui fait défaut chez les Cupressinées. La cupule des Taxinées est un disque charnu.

Endlicher rattache aux Conifères les genres *Ephedra* et *Gnetum;* il en distingue les Cycadées par la structure de leurs organes végétatifs, et les place dans les Cryptogames (*Acrobrya*); comme, d'autre part, Endlicher comprend les Conifères dans la «Cohors I» Gymnospermes des « *Acram-*

(1) Nixus plantarum, p. 20.
(2) Natur. syst. of Bot.
(3) Vegetable Kingdom.
(4) Genera plantarum. Flor. germ., fasc. I, Coniferæ, 1833.
(5) *Genera plantarum* (1836), p. 70 et 258.

phibrya » (Dicotylédones), les Cycadées s'en trouvent séparées par les Monocotylédones et les Rhizanthées.

En 1837, Schleiden (1), admettant l'ovule tel que le conçoit R. Brown, émet une conception nouvelle sur la nature morphologique de l'écaille ovulifère des Abiétinées. Se fondant sur ce que, nulle part dans le règne végétal, on ne trouve une feuille à l'aisselle d'une autre feuille (*nunquam folium in axilla folii*), il attribue à la bractée inférieure ou externe le rôle d'ovaire ou péricarpe, à l'aisselle duquel naîtrait une production axile placentaire (*spermophorum*) portant les ovules. C'est ce spermophorum que représente l'écaille ovulifère de R. Brown.

Deux ans plus tard (2), Schleiden étend cette conception aux autres Conifères, avec quelques modifications.

Chez les *Taxus*, *Ephedra*, *Podocarpus*, *Dacrydium* et chez les Loranthacées (3), l'ovule nu se montre comme la terminaison directe de l'axe floral.

Cet axe floral porte, au contraire, des branches secondaires ovulifères qui naissent, soit à l'aisselle de bractées ou feuilles implantées sur l'axe (*Pinus*, *Larix*, *Abies*, *Ginkgo*), soit directement sur cet axe sans bractée axillante (*Araucaria*, *Agathis*). Ces branches secondaires sont écailleuses et portent l'ovule (*Araucaria*, *Agathis*) ou les ovules (*Pinus*, *Abies*, *Larix*) sur leur face supérieure. Chez le *Ginkgo*, elles sont cauliformes et ramifiées; les ovules terminent chaque branche.

Schleiden ne s'exprime pas nettement sur les Cupressinées.

En résumé, cet auteur donne à l'ovule et à son support immédiat une nature axile.

(1) *Einige Blicke auf die Entwickelungsgeschichte*, u. s. w. — Wiegmann's Archiv, p. 289, taf. 8, et *Beiträge zur Botanik*, p. 26.

(2) *Grundzüge der wissenschatlichen Botanik*, 4e édition, p. 496, 1839.

(3) Schleiden comprend les Loranthacées parmi les Conifères à cause de leur ovule nu.

Les opinions de Schleiden furent combattues par David Don avant même qu'elles ne fussent complètement publiées. Étudiant deux nouveaux genres de Conifères (4), *Cryptomeria* Don et *Athrotaxis* Don, cet auteur parle de la fleur femelle dans tout le groupe et adopte les opinions de R. Brown touchant la nature ovulaire du corps reproducteur. Don est d'accord avec Schleiden et autres botanistes de cette époque pour reconnaître une nature gemmaire à cet ovule, mais il critique l'opinion du botaniste allemand en ce qui touche l'interprétation du support ovulaire. Ce support était, pour Schleiden, un « spermophorum » de nature axile et la bractée axillante un ovaire ou péricarpe. Don, citant le *Cryptomeria* qu'il décrit, prétend que le vrai péricarpe consiste ici en un verticille de feuilles soudées ensemble et avec la bractée, laquelle est une simple bractée florale. Les pointes des feuilles péricarpiques sont libres et les ovules semblent en relation numérique avec ces divisions du péricarpe. Chez le *Pinus bracteata*, on ne saurait distinguer des feuilles ordinaires les prétendus péricarpes de Schleiden, et, dans le plus grand nombre des cas, le passage entre ces appendices et les feuilles ordinaires est insensible. La transition est surtout frappante chez les *Athrotaxis*, où l'épi femelle offre l'aspect d'une jeune branche. La bractée florale est ici bien développée.

Chez le *Cunninghamia* et les *Araucaria*, il n'y a qu'un seul organe qui se rattache à la feuille par des passages insensibles et remplit cependant la fonction de péricarpe; Don explique cette apparente anomalie en supposant que l'écaille ou péricarpe vrai et la bractée florale se sont soudées en croissant dès le jeune âge. Enfin, la meilleure preuve du caractère végétatif des prétendus péricarpes de Schleiden est fournie par les *Callitris*, dont toutes les espèces ont un nombre de péricarpes correspondant à celui des feuilles.

(4) *Descriptions of two new genera of the natural family of plants called Coniferæ*, avril 1838, Trans. Linn. Soc., XVIII, 1839, p. 163, et Ann. Sc. nat. Bot., XII, 227-243, 1839.

Il faut donc regarder les écailles internes des Conifères comme des péricarpes étalés, dont le placenta n'occupe qu'une portion restreinte.

D'ailleurs, les exemples de bourgeons issus de feuilles ne sont pas rares, comme semble le croire Schleiden, et Don cite un certain nombre d'exemples (*Bryophyllum*, *Kalanchoe*, *Rochea*, *Echeveria*, *Cardamine pratensis*, *Brassica*, *Cheiranthus cheiri*) à l'appui de cette opinion.

En 1839, A. Henry (1) tire, des homologies, selon lui nécessaires, entre la fleur mâle et la fleur femelle, un argument en faveur de l'interprétation de l'écaille ovulifère comme une feuille.

En 1843, Mirbel et Spach (2) s'expriment nettement sur la valeur morphologique de la fleur femelle des Conifères, qu'ils considèrent comme « un nucelle conique contenu dans un ovaire béant ».

En 1844, Ad. Brongniart (3) écrivant, dans le Dictionnaire universel d'histoire naturelle, un article sur les Conifères, exprime l'opinion que, dans les Abiétinées, l'écaille interne est un produit de dédoublement de la bractée externe.

Dans sa Thèse de 1837, Hugo Mohl (4) affirme qu'il ne peut y avoir divergence d'opinion sur la structure de la fleur femelle des Conifères après les remarquables travaux de R. Brown.

Mais, en 1845, l'auteur apporte quelques modifications à cette manière de voir.

Chez le Pin, la feuille carpellaire, qui porte les ovules à sa

(1) Nova acta Ac. L., car. XIX, 1839, p. 87.
(2) Notes sur l'embryogénie des *Pinus Laricio*, des *Thuja or.* et *occ.* et du *Taxus baccata*, Ann. Sc. nat. Bot., 2e s., t. XX, 1843.
(3) Dict. univ. hist. nat. d'Orbigny, t. III, p. 178.
(4) *Dissertation ueber die männlichen Blüthen der Coniferen auch die weibliche Blüthe derselben*, 1837.

base, est une feuille d'axe secondaire avorté, né à l'aisselle d'une bractée qui n'est autre chose qu'une feuille étiolée.

Chez les *Thuja*, *Juniperus*, *Cupressus*, ces mêmes feuilles carpellaires semblent insérées directement sur l'axe, sans feuille ou bractée axillante. Il faut donc admettre qu'elles représentent de simples feuilles modifiées. On pourrait cependant les considérer comme appartenant à des axes secondaires nés à l'aisselle de bractées qui auraient fait corps avec elles en se développant : Don (1) suppose en effet une coalescence analogue entre l'écaille séminifère et une bractée sous-jacente chez les *Athrotaxis*. Mohl se déclare cependant contre cette interprétation, en invoquant l'exemple des Cycadées, où la feuille carpellaire s'insère directement sur l'axe. D'ailleurs, chez les Pins, où le phénomène de superposition est bien net, il n'y a jamais trace de soudure des bractées aux carpelles (2).

Il faut donc voir, chez les Cupressinées, dans la transformation directe des feuilles en carpelles, non pas un avortement de la feuille de premier degré qui serait le terme ultime de l'étiolement, déjà manifeste pour cet organe chez les Pins, mais bien une réduction organique déterminée et stable, qui transforme directement en carpelle cette feuille de premier degré. L'*amentum* femelle n'est digne de ce nom que chez les Pinées ; c'est une simple fleur chez les Cupressinées.

En 1845, Heinzel (3), étudiant le *Macrozamia Preissii*, compare au cone femelle de cette Cycadée le cone femelle des Conifères. Chez le *Macrozamia*, c'est une inflorescence à rachis central, dont les fleurs comprennent chacune un carpophore à deux fruits. Chacun de ces fruits comprend un épicarpe, un mésocarpe et un endocarpe, entourant une graine qui dérive d'un ovule très simple. Chez le *Pinus*

(1) *Loc. cit.*, 1838.
(2) Dickson émettra plus tard (1861) une assertion tout opposée.
(3) *De Macrozamia Preissii*, Nov. act. Ac. L., car. XXI, 1845, p. 203.

Pinea, les fleurs sont, de même, groupés autour d'un rachis commun, chaque fleur comprenant un carpophore foliacé, placé à l'aisselle d'un périanthe monophylle (le périanthe fait défaut chez le *Macrozamia*). Enfin le carpophore porte sur sa face supérieure deux fruits de même structure que ceux du *Macrozamia*.

En cette même année, Gottsche (1) discute la thèse de Heinzel et exprime, sur la structure de la fleur femelle, des idées qu'il emprunte à Schleiden pour les Abiétinées, à Brown et à Mohl pour les Cupressinées.

Chez ces dernières, l'écaille est un carpelle ouvert portant les ovules à son aisselle ; chez les Abiétinées, une bractée externe représente ce carpelle ouvert, mais elle porte à son aisselle une formation axile spéciale (écaille interne) qui porte les ovules.

On vient de voir que Heinzel regardait au contraire ces ovules comme des pistils, en se fondant sur la complexité de structure de leur paroi.

C'est encore une opinion semblable que soutient Linck (2), qui affirme la nature axile des écailles séminifères et considère comme pistils et plus tard comme fruits les organes reproducteurs qu'elles portent.

En 1847, Blume (3) caractérise les Abiétinées et les Cupressinées comme il suit : « Carpelles étalés, squamiformes ou peltés, uni ou pluriovulés » ; c'est tout à fait la théorie de Brown ; mais il ajoute, pour les Taxinées et les Podocarpées : « Carpelles urcéolés ou cupuliformes, uniovulés, » attribution qui s'applique au sac que R. Brown considère comme un tégument ovulaire. Blume semble donc admettre que

(1) *Bemerkungen zur Inaugural-Dissertation* « de Macrozamia Preissii », auctore Heinzel, Bot. Zeit., 1845, n. 22 et suiv.
(2) Flora, 1845, p. 289.
(3) Rumphia, III, p. 208, 1847.

chez les Conifères, il y a des ovules tégumentés et des ovules nus, réduits au nucelle.

En 1859, Hofmeister qui, dès 1851 (1), s'était occupé des Conifères, adopte la théorie de R. Brown en ce qui concerne la nature morphologique de l'ovule.

Dans sa *Théorie du système des Plantes*, Agardh exprime l'opinion que l'ouverture du sac qui reçoit le pollen présente plutôt les caractères d'un orifice d'ovaire que d'un micropyle ovulaire. Ainsi, chez le *Larix*, cette ouverture se tapisse d'un duvet stigmatique; chez les *Abies*, elle s'ouvre en deux lèvres divergentes. Ce sac serait donc plutôt un ovaire ressemblant à celui des Amentacées. Quant au nucelle qu'il renferme, c'est un ovule nu sur un placenta axile. Les Loranthacées et les Santalacées offrent une semblable disposition.

Dans son Traité de botanique qui date de 1859, Schacht (2) écrit que les ovules des Gymnospermes peuvent être portés, tantôt sur des organes de nature caulinaire et tantôt sur des organes foliaires. D'après cette opinion, Schacht dit (2) : « Chez le *Taxus*, l'ovule est un bourgeon terminal d'un petit rameau latéral; chez les *Podocarpus*, c'est un bourgeon axillaire. » Les Abiétinées ont leurs ovules placés sur une écaille située à l'aisselle d'une feuille; cette écaille est donc un organe caulinaire (idée de Schleiden). Le support des ovules est également axile chez les Cupressinées, puisque ces ovules sont placés à l'aisselle d'une feuille sous-jacente, seulement ce support est très réduit : il ne se développe pas largement comme chez les Abiétinées. Quant à l'écaille ovulifère des *Araucaria*, elle peut être considérée aussi bien comme un organe foliaire que comme un organe caulinaire.

(1) Vergl. Untersuch., p. 126-138.
(2) *Anat. und Phys.*, II, p. 323.

L'auteur incline vers la seconde hypothèse : ce serait un rameau naissant sans feuille mère.

Avec Alex. Braun intervient une nouvelle méthode de recherches pour l'interprétation de la fleur femelle des Conifères. Dès 1853 (1), il observe des développements anormaux du cône chez le Mélèze et en déduit que les écailles placées à l'aisselle des bractées, sous l'apparence de bourgeons monophylles, sont en réalité formées par la soudure de deux feuilles.

Plus tard, dans son travail sur la Polyembryonie, le même auteur (2), discutant la question de savoir si l'appareil reproducteur des Cryptogames est une fleur ou non, émet quelques considérations du même ordre sur les Gymnospermes (3).

Ces plantes ont des fleurs, comme les autres Phanérogames, mais des fleurs incomplètes, si on les compare à la structure florale de ce dernier groupe de plantes.

Chez les Gymnospermes, les carpelles ne sont caractérisés comme tels que par la présence de l'ovule : le style et le stigmate font défaut.

Les carpelles eux-mêmes disparaissent chez le *Taxus* et et le *Ginkgo*. Ils sont au contraire bien développés chez le *Pinus*, où on les rencontre au nombre de deux et concrescents ; ils sont distincts de la bractée sous-jacente. Les *Taxodium*, *Cryptomeria*, et peut-être aussi toutes les Cupressinées, ont plusieurs feuilles carpellaires soudées entre elles et avec la bractée sous-jacente. Les *Araucaria* n'en possèdent qu'une seule, de même soudée avec la bractée.

En 1860, paraît un premier mémoire de Baillon (4), sur

(1) *Das Individuum der Pflanze*, p. 65.

(2) *Ueber Polyembryonie und Keimung von Coelebogyne*, Abhandl. der Kön. Ac. d. W. z. Berlin, 1859.

(3) *Loc. cit.*, p. 242.

(4) *Recherches organogéniques sur la fleur femelle des Conifères*, Adansonia, I, p. 1, 1860.

la fleur femelle des Conifères. La méthode organogénique, brillamment soutenue par Payer, est appliquée par Baillon à l'étude du développement de l'enveloppe que les uns, avec R. Brown, considéraient comme un tégument ovulaire et les autres comme un ovaire ou même un périanthe.

L'auteur étudie le *Taxus baccata*, le *Phyllocladus rhomboidalis*, le *Torreya nucifera*, les *Thuya*, les *Cupressus* et le *Pinus resinosa*.

De l'étude de toutes ces espèces, le botaniste français conclut que la fleur femelle est toujours, comme le veut Schleiden, portée par un axe et non par une feuille ; seulement, la forme de cet axe est très variable, ce qui est le propre des axes réceptaculaires. Cette fleur n'est pas gymnosperme, mais elle possède un ovaire *dicarpellé*, sans enveloppes florales, contenant un ovule nu, orthotrope et dressé sur un placenta basilaire. La cupule, de consistance et de taille variables, qui entoure cet ovaire dans plusieurs genres, est une production tardive, quoique antérieure à la fécondation, comme c'est le fait des organes floraux résultant d'une expansion axile consécutive et que l'on appelle *disques*.

Baillon rejette donc complètement la théorie ovulaire de Brown qui conduit à la gymnospermie et adopte l'idée de Mirbel et Spach (1) en précisant l'origine de l'enveloppe ovarienne qui serait formée de deux feuilles carpellaires soudées.

Ce mémoire, présenté à l'Académie des Sciences par Payer (2), fut appuyé par ce dernier qui avait fait lui-même sur le *Pinus resinosa* des observations organogéniques le conduisant aux mêmes conclusions que Baillon.

Ces deux auteurs, outre l'observation directe du développement des organes jeunes, qui leur montre l'enveloppe ovulaire formée, au début, de deux bosses distinctes et diamétralement opposées, invoquent, en faveur de l'acceptation

(1) *Loc. cit.*, 1543.

(2) Rapport fait à l'Académie des sciences sur un mémoire de M. Baillon, intitulé *Recherches organogéniques sur la fleur femelle des Conifères*, 9 juillet 1860, Adansonia I, p. 17.

d'un ovule sans tégument, les exemples fournis par les *Loranthacées*, les *Santalacées*, les *Acanthacées*.

Quant au développement de l'enveloppe ovarienne des Conifères, il est celui qu'on observe pour l'ovaire des *Polygonées*, *Chénopodées*, *Amarantacées*, etc.

Baillon rencontra, dès l'année suivante, un contradicteur. Caspary (1), étudiant un cone monstrueux de *Larix*, arrive à la conclusion qu'avait exprimée Braun en 1853. Il voit, en effet, l'écaille fructifère se diviser en deux feuilles et un bourgeon surgir entre elles et l'axe du cone.

Il en conclut que ces écailles sont formées de deux feuilles soudées par leurs bords externes et que, par suite, les corps reproducteurs qu'elles portent sont des ovules et non des fleurs. Caspary étend même ses conclusions à toutes les Conifères, dont les ovules prendraient ainsi naissance sur des feuilles.

Enfin, l'auteur conteste les observations mêmes de Baillon et prétend que chez le *Thuya orientalis* L., le *Cupressus sempervirens*, le *Callitris montana*, les *Juniperus communis* L., *sphærica* Lindl., *Sabina* L., *virginiana* L., le *Pinus Larix* L., l'ovaire ne naît pas de deux bosses distinctes, comme le veut le botaniste français, mais d'un bourrelet annulaire uniforme.

D'ailleurs, pour Caspary, il y a des téguments bilabiés (*Polygala comosa*, etc.), et l'on trouve même des organes simples à deux sommets tels que la stipule du *Victoria regia*, de l'*Euryale ferox*, la glumelle supérieure des Graminées. Enfin on rencontre même des téguments qui débutent par deux excroissances opposées.

A ces objections, Baillon (2) répondit en 1864 par un nouveau mémoire sur le même sujet. Chez le Mélèze, que

(1) *De Abietinearum floris feminei structura morphologica*, avril 1861. In *Ann. Sc. nat. Bot.*, 4e sér., t. XIV, p. 200.

(2) *Nouvelles recherches organogéniques sur la fleur femelle des Conifères*. Adansonia, V, p. 1.

Caspary avait choisi comme sujet d'étude et où cet auteur voyait l'origine première de l'enveloppe ovulaire comme un bourrelet annulaire uniforme, Baillon affirme que cette enveloppe apparaît au contraire sous la forme de deux croissants qui se regardent par leur concavité. Ils sont d'abord distincts, puis se soudent. Le développement des deux saillies, que Baillon considère comme des styles, est d'ailleurs inégal et, à l'époque du développement parfait, l'une de ces branches stylaires, plus développée que l'autre, coiffe le sommet de la fleur à la façon d'un cimier de casque.

Dans les *Juniperus*, où Caspary prétend que le sac ovulaire n'est pas bilobé, on rencontre non seulement deux lèvres distinctes, mais une inégalité de ces deux lèvres au profit de la postérieure. Chez le *Cupressus Goweniana*, dès les premiers stades du développement, on remarque deux saillies latérales de l'enveloppe ovulaire ; l'orifice devient régulier chez l'organe semi-développé pour prendre définitivement ensuite une lèvre postérieure plus haute.

Baillon explique ce cas particulier d'une lèvre impaire intermédiaire aux deux saillies primitives en disant que des déformations consécutives au développement ne sauraient expliquer l'état primitif des organes. Les modifications « qui surviennent dans la forme d'un organe à une certaine époque de son évolution ne peuvent rien prouver relativement à sa valeur morphologique ». Selon Baillon, il faut s'en rapporter aux phénomènes de première apparition.

Baillon conteste vivement les arguments tirés par Caspary de l'ovule des *Polygala*, etc., dont le tégument ovulaire aurait deux lèvres distinctes. Cette remarque ne peut s'appliquer qu'à un état âgé des organes, mais, au début, le tégument est régulièrement circulaire. Caspary ferait la même erreur en ce qui concerne la glumelle supérieure des Graminées, dont le sommet organique ne se bifurque que postérieurement à son apparition.

D'ailleurs, quand bien même l'enveloppe du corps central des Conifères naîtrait comme un anneau continu, cela prou-

verait « qu'une paroi ovarienne et une enveloppe ovulaire peuvent naître de la même façon ». Il faut ajouter à la méthode organogénique les autres moyens d'investigation que l'on connaît ou que l'on pourra connaître.

Baillon regarde comme étant de nature caulinaire l'organe qui porte les fleurs (ovules de Caspary). Il reproche à Caspary et à Brown de tomber dans des hypothèses complexes pour expliquer, dans tous les cas, la nature appendiculaire du support ovulaire : ainsi, pour ces auteurs, une écaille ovulifère serait un rameau, plus des feuilles latérales portées par ce rameau, plus encore des ovules insérés sur ces feuilles. Pour Baillon, l'écaille est un « rameau dont la forme varie dans les différents genres : court, épais, trapu dans les *Thuya*, les Cyprès; cylindrique dans les *Ginkgo;* aplati dans les Abiétinées... ». Plus loin il ajoute, que, chez les Cyprès et les *Thuya*, les fleurs femelles s'insèrent sur « un empâtement axillaire qui répond à la somme des axes contractés d'un glomérule de Labiée ».

Enfin Baillon conteste la légitimité des conclusions que Braun et Caspary tirent de leurs observations tératologiques. « Avec des monstruosités, dit-il, on prouve à peu près tout ce qu'on veut, ou plutôt on ne prouve presque rien. »

En somme la gymnospermie ne peut être admise, parce qu'elle constituerait une loi d'exception en contradiction avec l'unité de plan que nous présente partout la nature des êtres organisés.

Pendant le temps qui s'est écoulé entre les mémoires de Baillon, d'autres travaux furent publiés sur la fleur femelle des Conifères.

Dès 1860, Parlatore donne une *Note sur la composition du cone des Conifères* (1) où il est traité de la nature des écailles. Chez les Abiétinées et les Cupressinées, les cones com-

(1) Comptes rendus, LII, p. 312-316.

prennent toujours des bractées libres ou soudées avec un organe écailleux.

L'écaille est constituée, soit par cet organe seul, soit par ce même organe soudé à la bractée : les différents degrés de soudure produisent chez les cones les différentes formes observées.

Le 22 juillet 1861, Parlatore (1) publie une seconde note où il est traité de la nature de l'organe axillaire de la bractée.

Partisan des idées de Baillon, en ce qui concerne la nature morphologique du corps reproducteur, Parlatore émet l'opinion que le cone des Conifères comprend « une branche dont les feuilles sont réduites à l'état de bractées, des rameaux florifères » (organes axillaires des bractées, libres ou soudés avec elles) « souvent raccourcis, avec des bractéoles plus ou ou moins écailleuses et plus moins soudées, et des fleurs femelles, réduites à un pistil formé par un ovaire avec un seul ovule, un style souvent court et deux stigmates plus ou moins courts ».

L'année suivante, le même auteur (2) observe une monstruosité dans un cône d'*Abies Brunoniana* Wallich, et regarde le développement des écailles en rameaux feuillés comme une confirmation de ses assertions antérieures sur la nature de ces organes. Il termine en comparant les rameaux avortés qui donnent les écailles fructifères normales, aux rameaux courts des Pins qui ont des feuilles fasciculées par 2-3-5 et qui naissent à l'aisselle de bractées. Le sommet d'une branche de Pin, avant le développement des feuilles vertes, est tout à fait semblable à un cone femelle.

On retrouve les données qui précèdent dans le travail d'ensemble que publie Parlatore en 1864 (3). Il distingue dans le cone : la bractée, l'écaille à fruit et l'organe femelle proprement dit. La bractée et l'écaille sont séparées ou soudées. La

(1) Comptes rendus, LIII, p. 164.
(2) Comptes rendus, LIV, p. 997, *Ann. Sc. nat.*, XVI, 1862 p. 215, 217, avec dessins.
(3) *Studi organografici sui fiori e sui frutti delle Conifere*, Firenze, 1864.

séparation est complète chez les *Abies*, *Larix*, *Cedrus*, *Pinus* et *Pseudolarix* pour les Abiétinées, chez les *Actinostrobus* pour les Cupressinées. La soudure est complète ou presque complète pour les autres Abiétinées et Cupressinées.

Pour la nature morphologique de l'écaille, Parlatore considère cet organe comme un bourgeon floral axillaire muni de feuilles élargies et coriaces (bractéoles), soudé ou non avec la bractée et avec la fleur femelle.

Chez les Taxinées, les Dacrydiées, les Podocarpées, l'écaille est cupuliforme. Tantôt membraneuse et tantôt charnue, elle est formée de bractéoles soudées entre elles. C'est une semblable cupule qui, chez les *Cephalotaxus* et le *Ginkgo*, forme l'enveloppe extérieure de la fleur.

Quant à la fleur elle-même, c'est un ovaire à deux stigmates contenant un ovule nu.

C'est aussi vers cette époque que Eichler (3) publie un long travail sur la fleur des Gymnospermes. Il applique ses principes à la classification.

Eichler se range parmi les partisans des idées de R. Brown en considérant le corps reproducteur et son enveloppe comme un ovule tégumenté. Le tégument est simple chez la majorité des Conifères ; on en trouve deux chez les *Podocarpus* et le *Ginkgo*. Le tégument externe ne peut d'ailleurs être considéré comme un ovaire car il est soudé au tégument interne : c'est une coalescence qu'on n'observe pas entre un ovaire et l'ovule.

Dans toutes les Conifères, l'ovule est de nature axile : il représente donc à lui seul la fleur tout entière. Eichler admet ainsi que la fleur femelle des Conifères est une fleur réduite à l'ovule tégumenté : toutes les enveloppes florales accessoires qu'on trouve, plus ou moins développées, chez les autres Phanérogames, carpelles, périanthe, etc., font ici absolument défaut.

(3) Flora bras. Mart. 1863. *Excursus morphologicus de formatione florum Gymnospermarum*, p. 435.

Cet ovule-fleur est situé au sommet d'un rameau feuillé (*Taxus*, *Torreya*) ou nu (*Salisburya*). Ce dernier cas se retrouve chez toutes les Conifères, avec cette différence que le pédoncule, très long chez le *Salisburya*, devient de plus en plus court : l'ovule-fleur paraît sessile à l'aisselle de sa bractée mère. Il en résulte que l'organe foliacé qui porte l'ovule-fleur ou les ovules-fleurs représente des bractées florales et non des feuilles carpellaires.

L'ovule est anatrope chez les Podocarpées. Il est orthotrope partout ailleurs, mais il est dressé ou retourné, suivant que le pédoncule qui le porte est libre (*Taxus*, *Torreya*, *Salisburya*) ou soudé avec sa bractée florale. Dans ce dernier cas, la longueur du pédoncule est le résultat de son entraînement par la croissance intercalaire de la bractée. Cet accroissement produit en outre le renversement de l'ovule. Les Phanérogames nous offrent des exemples analogues de soudure partielle et d'entraînement du pédoncule floral par la bractée mère à l'aisselle de laquelle il est né (*Tilia*, etc.) (1).

Enfin, les bractées florales elles-mêmes peuvent appartenir à l'axe primaire d'inflorescence ou à des axes secondaires nés, sur le premier, à l'aisselle d'autres feuilles mères moins élevées d'un degré. Ce dernier cas est celui des Abiétinées, Cunninghamiées, Taxodiées.

Eichler met en pratique cette conception de la fleur femelle des Conifères dans la classification suivante :

I. Ovules situés à l'aisselle de feuilles vertes ordinaires.
- A. Ovules entourés de bractéoles. . . . *Taxus.* *Torreya.*
- B. Ovules nus et pédonculés. . . . . . *Salisburya.*

II. Ovules situés à l'aisselle de bractées (feuilles modifiées), toujours nus et sessiles ou subsessiles.
- A. Les bractées (parfois presque solitaires) sont disposées en un épi simple (TAXACÉES, sauf les trois genres précédents, CUPRESSACÉES, ARAUCARIÉES).

(1) Une comparaison analogue avait déjà été faite par Dickson en 1861. (Soc. bot. Edinb., 10 janvier 1861.)

1. — Ovules anatropes. . . . PODOCARPÉES.

2. — Ovules orthotropes (DACRYDIÉES, *Phyllocladus*, *Cephalotaxus*, CUPRESSACÉES, ARAUCARIÉES).

α. — Ovules situés assez haut sur l'écaille et, par suite, renversés. . . . DACRYDIÉES (sauf *Pherosphæra* et quelques *Dacrydium*), ARAUCARIÉES.

β. — Ovules situés à la base ou non loin de la base de l'écaille, et, par suite, dressés. . . *Pherosphæra* et quelques *Dacrydium*, *Cephalotaxus*, *Phyllocladus*, CUPRESSACÉES.

B. Les bractées appartiennent à des épis secondaires squamiformes (les bractées étant soudées entre elles et avec leur axe secondaire en une écaille interne). Ces épis secondaires écailleux sont placés sur un axe primaire, à l'aisselle de bractées de premier ordre, et l'ensemble forme un épi composé qui est le cône.

(TAXODIÉES, CUNNINGHAMIÉES, ABIÉTINÉES.)

α. — Ovules situés assez haut sur l'écaille et, par suite, renversés. . . . CUNNINGHAMIÉES. ABIÉTINÉES.

β. — Ovules situés à la base de l'écaille et, par suite, dressés. . . . . . . TAXODIÉES.

Comme on le voit, la conception d'Eichler sur la fleur des Conifères est fort complexe et, dans la même année, Wigand (1) la critique en lui donnant une valeur purement hypothétique.

En 1864, Oersted (2), à l'exemple de Caspary et de Braun, étudie de nouveaux cas tératologiques sur le *Picea* et le *Larix*. Il conclut que l'écaille interne, dont le sommet est d'ailleurs double, représente un ovaire à deux feuilles carpellaires provenant d'un bourgeon axillaire. Toutefois,

(1) Flora, 1863, p. 529.

(2) *Bidrag til Naaletraeerner Morphologi*. Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjobenhaven, 1-2, 1864 (d'après Strasburger.)

Oersted observe que, dans le cas où le sommet de ce bourgeon se montre, il apparaît entre l'écaille et la bractée mère et non entre l'écaille et l'axe, comme le décrit Caspary. Chez les Cupressinées, les feuilles carpellaires feraient défaut, les ovules naissant sessiles à l'aisselle des bractées mères qui se développent en écailles. Chez le *Taxus*, l'ovule est terminal.

L'année suivante, Caruel (1) s'élève énergiquement contre toutes les théories qui supposent une fusion d'organes chez les Conifères.

Dickson, à partir de 1860, fait plusieurs communications sur les Conifères. Il partage les idées de Mirbel et de Baillon sur la constitution des parties intimes de la fleur femelle.

L'étude d'un cone bisexué d'*Abies excelsa* (2) autorise Dickson à regarder les étamines du chaton mâle comme les homologues des bractées du cone femelle : il a en effet observé que, dans ce cone, les étamines de la portion inférieure continuent par d'insensibles transitions la série des bractées de la portion terminale.

Quant aux écailles fructifères des Abiétinées, il incline à les considérer comme de simples rameaux épaissis (3). Dickson ne se prononce pas pour les Cupressinées.

En 1861, dans une nouvelle note, lue le 10 juillet devant la Société botanique d'Édimbourg, le même auteur se déclare partisan des opinions de Baillon sur la nature morphologique de la fleur femelle et de ses annexes chez les Conifères. Il présente en même temps le résultat de ses observations sur les cones des *Cunninghamia*, *Dammara*,

(1) *Observations sur les gemmules des Anémones*, Bull. Soc. bot. Fr. XII. Session extr. à Nice, mai 1865.

(2) Société bot. d'Édimbourg, 12 juillet 1860, et Adansonia II, p. 65.

(3) [Il n'est pas inutile de remarquer que la méthode tératologique conduit Dickson à des conclusions tout à fait opposées à celles de Braun et de Caspary sur la nature morphologique de l'écaille des Abiétinées.]

Araucaria. Dans tous ces cones, contrairement à l'opinion généralement admise jusqu'alors, les bractées sont bien développées, tandis que les véritables écailles florifères sont plus ou moins réduites dans leurs dimensions ou incorporées aux bractées.

Dès lors, par leur nature double, ces écailles sont susceptibles d'être comparées à celles de l'*Abies pectinata.*

Dans cette espèce, en effet, il existe un onglet commun à la bractée et à l'écaille, de sorte que ces deux organes sont unis jusqu'à une certaine distance de leur base; il semble d'ailleurs en être ainsi chez les Sapins, les Pins et les genres voisins (1).

Dans les *Araucaria*, c'est le petit corps squamiforme interne, voisin du sommet de l'organe, qui est le représentant de l'écaille des cones des Sapins. Dans le *Cunninghamia*, l'écaille interne est fort distincte, comme l'a fait voir Richard (2).

On sait que Endlicher (3) considérait comme un réceptacle (*torus*) cette écaille interne des *Cunninghamia* et *Athrotaxis*.

Enfin, dans les *Dammara*, on doit de même, bien qu'elle n'apparaisse pas extérieurement, croire à l'existence d'une écaille interne, car ce genre est, d'autre part, trop voisin des *Araucaria* pour présenter une exception aussi importante, et d'ailleurs, dans ce dernier genre, on rencontre des espèces (*A. brasiliensis*) où l'écaille interne n'est pas visible. Enfin, Dickson ajoute que, si l'on coupe longitudinalement une écaille de *Dammara*, on voit que la fleur femelle est pourvue d'un faisceau vasculaire qui part de la base de l'organe et se montre entièrement distinct du faisceau vasculaire de ce qu'on appelle ordinairement l'écaille. Le pistil

(1) [Des recherches anatomiques sur le cone des Abiétinées nous ont permis de constater que cette coalescence basilaire de l'écaille et de la bractée est constante pour tout ce groupe.]

(2) Mémoires, p. 81.

(3) *Synopsis Coniferarum*, p. 192.

ne naît donc pas de l'écaille; il est seulement conné avec le pied de cet organe.

Dickson pose ensuite, sans la résoudre définitivement, la question de savoir si, chez les Araucariées, les pistils (ovules) solitaires terminent des axes tertiaires, comme chez les Sapins, ou bien sont développés sur le sommet des axes secondaires (écailles). Dans ce dernier cas, le *Cunninghamia* offrirait un point de passage entre les deux groupes, car, outre les deux fleurs latérales qui représentent celles des *Abies*, ce genre offre une fleur terminale développée au sommet de l'axe de l'écaille. Dans les *Araucaria*, etc., les deux fleurs latérales manqueraient et il ne resterait que la fleur terminale. Malgré ces dernières hypothèses, Dickson penche plutôt pour l'opinion que les fleurs impaires terminent, comme chez les Sapins, des axes tertiaires.

Le 11 juillet de la même année, Dickson lit une nouvelle note concernant le développement des fleurs femelles du *Dammara australis*. Il a vu la fleur unique naître, comme un mamelon, sur une excroissance basilaire de l'écaille qui représente une bractée mère. De très bonne heure, le mamelon est renversé et dirige son sommet vers l'axe du cone. Plus tard naît l'ovaire en deux saillies latérales, d'abord distinctes, puis connées. L'aile unilatérale du fruit se développe dans le sens où marche la spire génératrice du cône.

Les observations personnelles de Dickson sur les fleurs femelles des *Araucaria*, *Dammara* et *Cunninghamia* conduisent cet auteur à l'affirmation précise de la dualité de l'organe écailleux qui supporte les corps reproducteurs. Une semblable opinion avait été émise par Don (1) en 1838 et par Braun en 1859, mais sous la forme d'une simple hypothèse que ne justifiait aucune observation directe.

Dans un discours, prononcé en 1865 devant la Société botanique d'Édimbourg, Dickson critique les opinions de Hooker sur la fleur des Gymnospermes. Ce dernier, à la suite

(1) *Loc. cit.*

de son étude de la fleur de *Welwitschia* (1), s'exprimait ainsi : « L'enveloppe de l'ovule, chez les Gymnospermes, ne peut être une formation carpellaire, car il faudrait reconnaître qu'alors elle ne possède ni l'aspect, ni la structure, ni les fonctions d'un carpelle d'Angiosperme ; de plus, il faudrait admettre que cette feuille carpellaire, de structure si variable chez les Angiospermes, reste, chez les Gymnospermes, un organe extraordinairement stable. » Dickson objecte à ces conclusions qu'on trouve, chez les Angiospermes, des feuilles carpellaires sans faisceaux (Balanophorées), et des ovules, sans tégument, placés au fond de l'ovaire (Loranthacées); que si les stigmates ne se rencontrent pas tels qu'on les trouve chez les Angiospermes, ils ont une tendance à se former (appendices marginaux des Abiétinées ; élargissement stigmatique chez le *Welwitschia*). Cette absence de stigmate doit d'ailleurs correspondre à une propriété particulière du pollen des Gymnospermes. Quant à l'uniformité de l'enveloppe du nucelle chez les Conifères, Dickson la conteste et cite les *Abies* et le *Dammara* comme exemples de diversités de formes dans cet organe. On doit donc considérer cette enveloppe comme une formation carpellaire.

C'est à des conclusions opposées que s'arrête Favre (2) pour la fleur femelle du *Podocarpus sinensis*. Cet auteur déduit, de ses préparations histologiques, qu'il s'agit d'un ovule anatrope dressé ; cet ovule est parcouru par un raphé se terminant par une expansion chalazienne très développée (que l'auteur compare à celle du Ricin). Il comprend un nucelle semi adhérent, entouré par une *primine* et une *secondine* soudées dans presque toute leur étendue. Favre invoque ses préparations histologiques pour soutenir son opinion; il décrit les faisceaux vasculaires qui forment ce qu'il nomme

(1) *On Welwistchia, a new genus of Gnetaceæ*, Trans. Linn. Soc. XXIV, pars I, p. 1 à 48, pl. 1 à 14, 1863.
(2) *Recherches sur la fleur femelle du Podocarpus sinensis*, Ann. Sc. nat. Bot., 5e sér., III, 1865, p. 379.

raphé : on peut s'étonner que lesdites préparations n'aient pas permis à leur auteur de signaler l'orientation inverse de ces faisceaux.

Dans son Traité de Botanique de 1868, Sachs accepte la théorie de Brown quant à la morphologie de l'ovule et des feuilles carpellaires. Le *Taxus*, comme les Gnétacées, offre un ovule terminal. Les ovules sont axillaires d'une feuille chez les Cupressinées ; ils sont portés sur une écaille axillaire chez les Abiétinées ; l'écaille ovulifère n'est pas axillaire chez les Araucariées.

Sachs admet que, dans tous les cas, l'ovule est porté par une feuille carpellaire : c'est la bractée la plus proche de l'ovule qui joue ce rôle chez le *Taxus* et les *Podocarpus*. Les écailles des Cupressinées et des Araucariées sont également des feuilles carpellaires. Quant à l'écaille interne des Abiétinées, elle n'est axillaire qu'en apparence : au début, chez l'*Abies pectinata* par exemple, elle représente une protubérance basilaire de la feuille terminale dont elle serait un dédoublement.

Oersted publia, en 1869, de nouveaux articles sur la fleur des Conifères (1). Pour cet auteur, les divergences d'opinion sur ce sujet litigieux sont dues à ce que les botanistes n'ont pas remarqué que la marche du développement de la fleur des Gymnospermes est régressive, alors qu'elle est progressive chez les plantes supérieures.

C'est ainsi que, chez les Cyprès, une feuille se différencie d'abord ; l'écaille ovulifère ne se forme qu'ensuite aux dépens de cette feuille. La formation florale est moins élevée encore chez les Cycadées qui n'offrent qu'une simple feuille pour porter les organes reproducteurs : dans ce cas, il n'y a même plus de fleur à proprement parler. La différenciation se montre encore moindre chez les Fougères où les spo-

(1) *Den tilbageskridende Metamorfose,* etc. Kopenhagener Videnskabelige Selk. Meddelelser (Comptes rendus Soc. scient. de Copenhague), 1869, p. 83. (D'après Strasburger.)

ranges se montrent à la fois ovule et anthère, de sorte que les Gymnospermes représentent un état intermédiaire entre les plantes à fleurs et les plantes à spores.

Oersted cherche ensuite à déterminer le caractère morphologique des bractées mères. Il les considère comme des formations végétatives analogues aux feuilles ordinaires ou aux sépales. Elles se distinguent seulement par leur forme, et les différences qu'on observe, dans les relations qu'elles ont avec l'appareil reproducteur, représentent des passages graduels des bourgeons végétatifs aux fleurs.

De Candolle (1) adopte la théorie de la gymnospermie en se fondant sur les arguments suivants :

1° Le développement des ovules des Gymnospermes est centrifuge comme dans les ovules des autres plantes; le développement d'un ovaire est au contraire centripète ;

2° Certaines Conifères (*Podocarpus*) ont des ovules anatropes. Aucun ovaire ne présente une pareille disposition, car les ovaires gynobasiques de Labiées, etc., qu'on pourrait mettre en parallèle, sont en réalité des ovaires gibbeux dont le sommet stigmatique reste toujours fort distant de la base.

3° L'insertion qu'on observe est celle d'un ovule et non celle d'un ovaire ou d'une fleur : car ces organes naissent, chez les Conifères et certaines Cycadées, à la base ou près de la base d'une bractée de nature foliaire; chez les *Cycas*, au bord même d'une feuille, comme c'est le cas général chez les Phanérogames supérieures.

Les prolifications gemmaires sur des feuilles donnent souvent des ovules (*Bryophyllum*) et non des ovaires ; De Candolle déclare ne connaître d'inflorescences vraiment épiphylles que chez les *Begonia*, encore prennent-elles origine du pétiole et non des bords du limbe.

On rencontre une transition des Gymnospermes aux Angiospermes par les Gnétacées où l'enveloppe de l'ovule, de

(1) Prodrome. Sect. 15, I, p. 353-354.

formation plus précoce que l'ovule lui-même, ressemble plus à un périgone qu'à un ovaire (1).

Au mois d'octobre 1869, Braun (2) observe au Jardin botanique de Berlin une difformité sur l'appareil végétatif d'un *Podocarpus*. Le coussinet de la feuille s'est renflé et a pris une teinte rougeâtre, à la manière d'un réceptacle floral de la même plante. Braun en conclut que le réceptacle est le produit des renflements des coussinets foliaires.

Il émet ensuite quelques considérations sur la nature morphologique de l'organe femelle des Conifères. Sans contester les observations de Baillon sur la formation de l'enveloppe ovulaire, il n'accepte pas la conclusion que cette enveloppe soit nécessairement un pistil. Il serait aussi légitime, si l'on ne veut pas la considérer comme un tégument, de la regarder comme un périanthe.

Le mémoire de Van Tieghem (1869) est le premier travail important qui s'appuie sur l'anatomie pour rechercher quelle interprétation morphologique il convient d'attribuer à la fleur femelle des Conifères. Cet auteur, posant en principe qu'on peut facilement distinguer un organe de nature caulinaire d'un organe de nature foliaire par la seule orientation des faisceaux, applique d'abord cette notion à l'interprétation des pièces du pistil chez les Angiospermes (3).

Considérant de même qu'il y a lieu de rechercher si l'organe qui porte les corps reproducteurs, chez les Gymnospermes, est une feuille ou un rameau, l'auteur applique plus tard à ce groupe (4) la méthode suivie pour les Angiospermes.

De l'orientation des faisceaux libéroligneux par rapport à un plan, il conclut à la nature foliaire des pièces qui por-

(1) Conf. ad Tulasne et Eichler, in Flora bras., fasc. 34, et Hook. f., de *Welwitschia*.

(2) Monatsber. d. k. Ac. d. W. zu Berlin, oct. 1869, p. 738.

(3) *Recherches sur la structure du pistil*, Ann. Sc. nat., 5e sér., IX, p. 127.

(4) *Anatomie comparée de la fleur femelle et du fruit des Cycadées, des Conifères et des Gnétacées*, Ann. Sc. nat., 5e sér., X, p. 269, 1869.

tent les organes reproducteurs [ovules de R. Brown, ovaires de Mirbel et Baillon] ; l'auteur en déduit que ces organes reproducteurs sont des ovules auxquels il faut attribuer, dans tous les cas, la valeur morphologique de feuilles ou de lobes de feuilles.

Dans les Conifères, ce n'est jamais la bractée mère qui porte les ovules : ceux-ci reçoivent toujours leurs faisceaux d'une production née à l'aisselle de cette bractée, mais sans liaison vasculaire avec elle. Tantôt cette production est de seconde génération par rapport à l'axe d'inflorescence, tantôt elle est d'un ou de plusieurs degrés plus élevée, le bourgeon femelle de second degré développant un système végétatif plus ou moins complexe avant de donner naissance à la production ovulifère elle-même.

Ce dernier organe n'est, d'ailleurs, autre chose que « la première et unique feuille d'un rameau axillaire qui s'éteint en la produisant ; cette feuille constitue un carpelle ouvert et forme, à elle seule, la fleur femelle tout entière ; elle est toujours inverse, c'est-à-dire diamétralement opposée à la feuille mère sur le rameau, de sorte que la bractée mère et la bractée ovulifère se regardent et sont en contact par leurs faces de même nom ». Cette feuille carpellaire porte les ovules sur sa face dorsale.

L'auteur explique la situation renversée de l'ovule par le développement de la feuille carpellaire au-dessous du point d'insertion. Le renversement s'accompagne généralement d'une concrescence de l'ovule avec son support. La situation dressée se rencontre quand le développement intercalaire fait défaut (Cupressinées) ou que l'ovule est inséré au sommet de la feuille (*Ginkgo*, etc.). Un seul fait exception, l'ovule du *Podocarpus*, qui est *anatrope* dressé.

Van Tieghem a résumé, dans un tableau synoptique, les variations du type général dans tous les genres connus de Conifères. Ce tableau, d'après l'auteur, prévoit le développement possible d'autres formes qui ne paraissent pas représentées dans la nature actuelle.

En 1870, Magnus (1) étudie l'ovule du *Najas* et lui reconnaît une nature axile. Il conclut qu'il en est de même pour celui des Gnétacées et des Taxinées.

Dans l'édition de 1870 du Traité de Botanique de Sachs, nous trouvons quelques modifications aux idées qu'exprimait ce savant en 1868. Il admet que les ovules peuvent naître au sommet d'un axe, comme chez le *Taxus ;* parfois, c'est au-dessous du sommet, comme chez le *Juniperus ;* mais, le plus souvent, c'est sur les bords des feuilles carpellaires que naissent les ovules, comme on le voit chez les *Cycas*. Dans le premier cas, l'ovule résulte de la transformation d'un axe (caulome) ; dans le second, de la métamorphose d'une feuille entière, et dans le troisième c'est un simple lobe de feuille transformé. Chez les Cupressinées, les ovules appartiennent bien aux carpelles, car si on les rencontre parfois axillaires, ils sont, souvent aussi, insérés à une certaine hauteur sur l'écaille. Dans les Abiétinées, l'écaille est une formation placentaire appartenant à la bractée sous-jacente.

L'année suivante, 1871, Mohl (2) publie une intéressante étude morphologique sur les feuilles du *Sciadopitys verticillata*.

L'examen anatomique de ces feuilles le conduit à la conclusion que l'aiguille, d'apparence unique à l'extérieur, est formée, en réalité, des deux feuilles soudées d'un bourgeon axillaire non développé. L'auteur considère ces feuilles comme représentant, dans l'ordre végétatif, l'écaille ovulifère des Abiétinées. Cette écaille serait alors formée des deux feuilles uniques d'un bourgeon axillaire avorté et soudées par leur bord du côté du rachis. Cette particularité explique l'orientation inverse des faisceaux dans l'écaille.

Van Tieghem (3) admettait, d'après ses observations ana-

(1) *Beiträge zur Kenntniss der Gattung Najas*, Note in Bot. Zeit., n° 46, 1869 ; travail complet en 1870.
(2) Bot. Zeit., 1871, n°s 1 et 2.
(3) *Loc. cit.*

tomiques, une seule feuille d'un bourgeon avorté et naissant de ce bourgeon du côté du rachis principal. L'auteur faisait toutefois cette réserve qu'on pouvait, sans nuire à l'interprétation générale de l'écaille, la supposer formée de deux feuilles soudées, mais il ne concluait pas définitivement dans ce sens. On se rappelle que Caspary, se basant sur une difformité observée chez le *Larix*, admettait la soudure de deux feuilles, mais par les bords externes, ce qui ramenait l'axe secondaire entre ces feuilles et l'axe principal. Oersted, par un procédé d'observation analogue, était au contraire arrivé à une conclusion inverse, tout à fait conforme à la récente opinion de Mohl.

En 1872, paraît l'important mémoire de Strasburger (1) sur les Conifères et les Gnétacées. Bien que les conclusions fondamentales de ce travail, en ce qui concerne l'interprétation morphologique de la fleur femelle, aient été modifiées depuis par l'auteur lui-même, l'ouvrage n'en reste pas moins rempli de précieux documents. Nous ne résumerons pas ici cette œuvre, sur laquelle nous aurons à nous appuyer fréquemment dans l'exposé de nos propres recherches. Nous y reviendrons d'ailleurs un peu plus loin, en exposant succinctement le mémoire suivant du même auteur sur les Angiospermes et les Gymnospermes.

Disons seulement qu'au point de vue de la morphologie florale, Strasburger a formulé des idées analogues à celles de Mirbel et Spach, de Baillon, de Parlatore, de Dickson, regardant l'enveloppe immédiate du corps reproducteur comme un ovaire et considérant les écailles qui portent ces fleurs comme étant d'origine discoïde (et par suite caulinaire). Strasburger, à l'exemple de Van Tieghem, regarde l'écaille comme dérivée d'un axe secondaire. Il ne cesse d'être d'accord avec ce dernier auteur que lorsqu'il la regarde tout entière comme un rameau étalé.

En 1878, C.-E. Bertrand, étudiant les téguments sémi-

(1) *Die Coniferen und die Gnetaceen*, Iéna, 1872, avec atlas.

naux des Gymnospermes (1), se déclare contre les conclusions antigymnospermistes de Baillon. Il oppose à cet auteur ses propres observations sur le tégument des *Podocarpus*, qui, d'après Baillon (2), naît en un bourrelet continu. C'est là le mode de formation d'un tégument ovulaire et non celui d'un ovaire.

Bertrand, cherchant à définir morphologiquement les différentes parties de la fleur femelle des Conifères, regarde l'écaille ovulifère, à l'exemple de Strasburger, comme un rameau aplati ; mais il précise le sens de cette idée en définissant l'écaille « un axe étalé dont les faisceaux, au lieu de se disposer autour de sa ligne de symétrie axiale, restent tous dans un plan tangent à la génératrice de ce rameau ».

Quant à l'ovule, Bertrand le considère comme dépourvu de toute signification morphologique, parce qu'aucun faisceau ne se rend à cet organe.

Dans certaines Taxées où l'enveloppe ovulaire est munie de faisceaux (*Cephalotaxus*, *Torreya*), cette enveloppe n'est autre chose que l'écaille ovulifère enroulée en cornet autour du nucelle nu. Il en est de même chez le *Taxus* et les *Phyllocladus*, l'arille représentant une prolifération annulaire du parenchyme de la base de l'écaille.

Stenzel (3) en 1876, et Willkomm (4) en 1880 donnent de nouvelles conclusions tendant à faire admettre la nature foliacée de l'écaille séminifère. Leurs observations sont, comme celles de Braun, Caspary, Oersted, etc., empruntées à la méthode tératologique. Elles n'en diffèrent que par les espèces étudiées.

En 1878, une des questions proposées au programme du

(1) Ann. Sc. nat. Bot., 6e sér., t. VII, 1878.
(2) Assoc. franc. Session de Lyon, p. 505, pl. VIII, fig. 10-11.
(3) *Beobachtungen an durchwachsenen Fichtenzapfen.* Nova acta nat. cur., vol. 38, nº 3, 1876.
(4) *Zur Morphologie der Samentragenden Schuppe des Abietineenzapfens* Nov. acta nat. cur., vol. 41, nº 2, 1880.

Congrès international de Botanique tenu à Paris, portait sur l'état actuel de la science à l'égard de la gymnospermie. Arcangeli (1), de Florence, traita cette question. La part réservée dans son discours aux opinions émises avant les siennes est assez réduite. Un reproche plus grave peut lui être adressé : elle est inexacte en plusieurs points et parfois offre des contradictions. C'est ainsi que le botaniste italien, après avoir dit que Baillon regarde l'écaille des Cyprès comme formée par la bractée seulement (2), avance, plus loin, que le même auteur la considère comme double et comprenant la bractée et un axe florifère soudé avec elle (3). Le reste du discours comprend l'exposé des recherches de l'auteur et quelques considérations générales sur la gymnospermie.

Arcangeli a employé la méthode anatomique, comme Van Tieghem et Strasburger, mais il arrive à des résultats tout différents. Il prétend que, dans les appendices du cone, les deux arcs fibro-vasculaires, à trachées en regard, font toujours partie intégrante d'*un même organe* qui n'est autre chose qu'un rameau plus ou moins transformé portant les fleurs femelles. Dans quelques cas, cet organe n'est qu'une feuille toute simple.

Ainsi, chez les Pins comme chez les Cupressinées, l'écaille ovulifère est un véritable rameau, et la bractée mère appartient plutôt à ce rameau qu'à l'axe du cone. Chez les *Araucaria*, les appendices du cone ont, au contraire, de vraies bractées qui ne manifestent pas d'indice de transformation en rameau. Il faut donc admettre que les appendices des cones des Conifères peuvent varier dans leur signification morphologique.

Abordant ensuite la question même de la gymnospermie, l'auteur fait la critique des arguments successivement mis en

(1) *De la Gymnospermie : structure de la fleur femelle des Conifères.* Congrès international de botanique et d'horticulture, tenu à Paris du 16 au 24 août 1878.

(2) *Loc. cit.*, p. 35.

(3) *Loc. cit.*, p. 37.

avant pour ou contre la nature ovulaire du corps reproducteur. Il finit par conclure que la fleur femelle des Conifères ressemble plus à un ovule qu'à un pistil et que, par suite, ces plantes sont vraiment gymnospermes. Toutefois, comme il y a des organes qui représentent les feuilles carpellaires, le nom de *Gymnospermes* peut faire croire à une absence de carpelles ; il serait préférable d'abandonner ce nom et de substituer aux noms de Gymnospermes et Angiospermes ceux d'*Archispermes* et de *Métaspermes* proposés par Strasburger en 1872.

Cette dernière remarque montre que l'auteur avait connaissance du mémoire de Strasburger. Il est d'autant plus utile de le remarquer que, dans l'exposé de ses recherches anatomiques, Arcangeli énonce, comme étant le résultat de ses propres travaux, des faits déjà établis par le savant botaniste de Bonn. Il en est ainsi pour la disposition de l'appareil vasculaire de l'écaille dans les *Araucaria* et le *Cunninghamia*. Quant aux critiques des opinions de Van Tieghem, reposant sur l'observation d'une *zone ligneuse unique* (1) à la base de l'écaille des Pins, des Cupressinées, etc., observation qui permet à son auteur de conclure à la nature raméale de l'ensemble du système que cette zone ligneuse innerve, elles montrent que le botaniste de Florence a étudié des échantillons de cones qui avaient depuis longtemps perdu leur qualité de fleur pour passer à celle de fruit.

En 1879, après plusieurs publications partielles où il est traité de la physiologie de la fleur des Conifères (2) et dont l'une (3) était antérieure à son travail de 1872 qui la résume et la complète, Strasburger publie un mémoire, accompagné de nombreuses planches, sur les Angiospermes et les

(1) *Loc. cit.*, p. 36.

(2) *Sind die Coniferen gymnospermen oder nicht?* Flora bras., 1873, p. 269. — *Einige Bemerkungen über Lycopodiaceen.* Bot. Zeit., 1873. — *Ueber Befruchtung und Zelltheilung.* Iéna, 1868.

(3) *Die Befruchtung bei den Coniferen*, Iéna, 1868.

Gymnospermes (1). C'est, en même temps qu'une œuvre documentaire, un travail de revision où sont commentés les matériaux antérieurs.

En ce qui concerne les Gymnospermes, Strasburger considère désormais comme ovule tégumenté ce qu'il regardait en 1872 comme une fleur carpellée. Il est amené à cette nouvelle opinion par les travaux de Eichler, de Braun et de Warming sur les Cycadées, et par ses propres recherches sur l'ovule des Angiospermes en général et celui des *Polygonum* en particulier. Les homologies reconnues, dans la formation du sac embryonnaire, entre les Angiospermes et les Gymnospermes militent aussi en faveur de cette opinion.

Toutefois, Strasburger ne reporte pas au support de l'ovule la valeur morphologique de feuille carpellaire qu'il attribuait précédemment au tégument. Ce support est, chez les Conifères, de nature axile. Lorsqu'il existe plusieurs ovules, l'auteur les regarde comme formant, avec leurs supports, une inflorescence polyflorale. Chaque ovule représente une fleur, mais une fleur réduite à sa partie ovulaire et privée de toute enveloppe florale comparable à celle des autres Phanérogames. [Cette conception de l'appareil femelle est la même que celle qu'émettait Eichler en 1863 (2).]

Chez les Conifères, l'ovule n'a qu'un tégument, homologue du tégument externe des Gnétacées, qui en ont deux (*Ephedra*, *Welwitschia*) ou trois (*Gnetum*). Chez certaines Taxacées, le tégument unique se double d'un arille.

Dans le *Taxus*, l'ovule est nettement terminal et axile, sans relation plus marquée avec l'une ou l'autre des deux dernières bractées. Les dispositions vasculaires indiquées par Van Tieghem, pour donner à l'une de ces feuilles la valeur d'une bractée florale et à l'ovule la valeur synthétique d'un carpelle et d'un ovule, n'existent pas en réalité. Il en est de même chez les *Torreya*.

Dans le *Cephalotaxus*, les deux ovules qui naissent à l'ais-

(1) *Die Angiospermen und die Gymnospermen*, Iéna, 1879.
(2) *Loc. cit.*

selle de chacune des bractées décussées du petit axe femelle (sorte de strobile réduit), constituent une petite inflorescence bi-flore. On serait tenté de comparer à cette inflorescence celle du *Ginkgo*, avec cette différence que les pédoncules floraux sont très allongés. Mais, outre cette différence, on rencontre souvent, chez le *Ginkgo*, des inflorescences polyflorales et, de plus, des fleurs supplémentaires qui, lorsqu'elles existent, sont décussées par rapport aux premières. Cette particularité combat aussi l'opinion de Van Tieghem, qui considère les ovules du *Ginkgo* comme des lobes de feuilles.

Chez les Podocarpées, le pédoncule floral est tantôt nul et la fleur (ovule) est sessile (*Phyllocladus*), tantôt court (*Dacrydium*) ou long (*Podocarpus*). Dans ces deux derniers cas, le pédoncule floral se recourbe à son extrémité et, selon l'accentuation de la courbure, l'ovule est demi-renversé (*Dacrydium*), ou complètement retourné et soudé avec le pédoncule (*Podocarpus*).

Chez les Araucariées (*Araucaria*, *Dammara*, *Cunninghamia*), où les fleurs sont retournées, on trouve l'inflorescence soudée avec la bractée florale. Uniflore chez les *Araucaria* et les *Dammara*, elle est triflore chez le *Cunninghamia*. Libres par rapport à leur pédoncule dans ces deux derniers genres, les fleurs (ovules) sont au contraire soudées avec lui chez les *Araucaria*. C'est comparable à ce qui se passe pour la fleur (ovule) des *Podocarpus*. La soudure parenchymateuse de l'écaille ovulifère avec la bractée florale, offre, chez les Araucariées, cette particularité, qu'elle se complique de la soudure du système vasculaire des deux organes. Strasburger n'en déduit pas que l'écaille ovulifère est une dépendance de la bractée mère; il donne à cette écaille la valeur morphologique d'un bourgeon axillaire, en supposant qu'il s'agit, dans ce cas, d'une coalescence plus intime qui se serait étendue au système vasculaire lui-même.

L'écaille fructifère des Abiétinées est une formation axile aplatie qui doit son développement à un accroissement prédominant de sa partie externe. Les deux fleurs (ovules) retour-

nées qu'elle porte doivent être considérées comme deux pousses secondaires implantées sur une pousse primaire qui, se développant en écaille dans sa région externe, provoque le retournement des fleurs et leur soudure avec elle. L'écaille et la bractée sous-jacente sont nettement distinctes l'une de l'autre.

Les Sciadopityées (1) ne diffèrent pas essentiellement des Abiétinées, si ce n'est par la soudure de l'écaille avec la bractée mère. Resterait cependant à éclaircir le fait de la pluralité des fleurs. L'aspect général (*habitus*) du cone du *Sciadopitys* est le même que celui des cones des Abiétinées, mais il faut voir une liaison avec les Séquoiées dans la coalescence de l'écaille avec la bractée, dans les ovules qui sont nombreux, renversés, libres, et enfin dans les graines ailées latéralement.

La soudure de l'écaille ovulifère avec la bractée mère est générale et complète chez les Taxodinées et les Cupressinées, mais la distinction des deux organes est nette par le système vasculaire. Strasburger est ici d'accord avec Van Tieghem pour ce qui concerne cette distinction vasculaire en général; cet accord cesse lorsqu'il s'agit de déterminer les limites respectives de chacune des deux parties vasculaires.

Les fleurs sont tantôt insérées à la base de l'écaille et dressées (Cupressinées), tantôt insérées plus haut et, par suite, retournées, comme cela se présente chez le *Sciadopitys* et les Abiétinées. Lorsqu'il n'y a qu'une fleur médiane ou deux fleurs seulement, on doit les interpréter comme une inflorescence uni ou bi-flore. Mais, lorsqu'il y en a un grand nombre, on ne saurait décider s'il s'agit d'un système complexe de pousses ou pédoncules floraux soudés avec un axe commun et formant l'écaille, ou bien s'il s'agit d'ovules adventifs surajoutés.

Strasburger substitue fréquemment l'expression de fleur à

(1) Cette division systématique, formée de la seule espèce connue du genre *Sciadopitys*, avait été créée par Strasburger en 1872. Eichler (1875), dans son livre « Blüthendiagramme », adoptait cette manière de voir.

celle d'ovule; l'auteur fait remarquer qu'il donne ici à la fleur un sens moins large que celui qu'on a coutume de lui attribuer : la fleur est prise ici avec la signification plus restreinte de sporange.

Dans un chapitre spécial, le même auteur étudie des cas tératologiques de cones d'Abiétinées et fait des observations analogues à celles de Braun (1860), Caspary (1861), Oersted (1864), Stenzel (1876). Strasburger reconnaît comme légitimes les conclusions de ces auteurs, à la condition, toutefois, d'admettre la valeur de leur méthode d'observation. Mais il critique précisément cette valeur, à l'exemple de Baillon (1864), et explique que les monstruosités observées ne sont autre chose que le résultat de la lutte du système végétatif contre l'appareil reproducteur et ses annexes; antagonisme qui s'explique d'ailleurs par la faible distance morphologique qui sépare ces deux ordres de formations. Strasburger maintient donc son interprétation première de l'écaille à fruit.

En 1881, Eichler (1) donne, sur la fleur femelle des Conifères, un aperçu général dans lequel il modifie ses conceptions premières. Reprenant les idées de Richard et de Brongniart et de Sachs sur le dédoublement de la bractée mère, il les développe en s'appuyant sur certains travaux de Celakovsky, relatifs au dédoublement des organes en surface. Il pose en principe que lorsqu'une feuille donne à sa surface une production vascularisée, les faisceaux de ce segment tangentiel sont inversement orientés par rapport à ceux de la feuille mère.

Ainsi, chez les *Dammara*, l'ovule renversé, inséré sur la feuille, reçoit un faisceau détaché du groupe vasculaire inférieur (Strasburger), et cette branche est inversement orientée par rapport à ce groupe. L'ovule représente, avec ce faisceau, le segment tangentiel supérieur.

Il en est de même chez les *Araucaria*, *Cunninghamia*,

(1) *Ueber die weiblichen Blüthen der Coniferen*, Monastb. d. K. Ac. d. W., nov. 1881.

où les ovules sont surmontés de petites excroissances ligulaires qui se détachent de la feuille mère sans entraîner de faisceaux.

Dans le *Sciadopitys*, Eichler tend à considérer la partie interne de l'appendice comme une excroissance ventrale de la bractée ; mais ici le fort développement de ce segment interne entraîne une innervation vasculaire très développée.

Dans les Abiétinées, l'écaille interne, qui apparaît au début comme un renflement transversal basilaire de la bractée, est également une dépendance de cette dernière. La liaison des deux organes s'étend souvent, au moins à l'origine, à leur système vasculaire, celui de l'écaille dérivant de celui de la bractée. L'écaille est donc une énorme excroissance interne de cette dernière, et l'ensemble représente une seule feuille. D'ailleurs, la séparation, bien que fort profonde, n'est pas complète : on rencontre toujours à la base une partie commune. L'étroite dépendance des deux organes se trouve encore affirmée par ce fait que, dans les cones à écailles caduques, les deux parties se séparent de l'axe comme une seule feuille.

Eichler critique l'opinion des auteurs qui voient dans l'écaille interne un produit axillaire de la bractée.

On a vu que Strasburger, repoussant les conclusions tirées de la méthode tératologique, expliquait les faits observés par un antagonisme entre le système végétatif et le système reproducteur de la plante. Suivant les cas, l'un de ces appareils l'emporte sur l'autre, l'axe réduit, qui produit normalement l'écaille séminifère, pouvant parfois se développer en un rameau feuillé. Eichler, pour mettre ces faits d'accord avec sa conception de l'écaille, explique qu'un bourgeon surnuméraire, naissant à l'aisselle de la feuille dédoublée, sépare, par pression, le segment interne en deux lobes qui, vis-à-vis de ce petit axe, se comportent comme deux premières feuilles

L'auteur fait remarquer toutefois que cette observation mériterait un examen plus approfondi.

Chez les Taxodinées, Eichler reconnaît à l'écaille, d'apparence unique, une nature double, mais, ici encore, la partie qui porte les ovules est une excroissance de la bractée.

Les Cupressinées n'offrent pas ce dédoublement. Dans ce groupe la bractée reste simple, tout en prenant un grand développement, et les ovules sont placés à l'aisselle des feuilles carpellaires. Le strobile tout entier est une fleur.

Le groupe des Taxacées montre toutes les transitions entre les ovules axiles et les ovules nés sur des feuilles. Chez les *Microcachrys*, *Dacrydium*, *Podocarpus*, les ovules naissent de la feuille carpellaire. Dans les deux derniers genres, l'insertion ovulaire tend à descendre vers l'aisselle de la feuille : on trouve l'ovule nettement axillaire dans les *Phyllocladus;* en même temps la feuille carpellaire subit une réduction. Enfin, chez le *Taxus* et les *Torreya*, il n'y a plus de feuilles carpellaires proprement dites et les ovules occupent le sommet d'un petit axe bractéolé.

En résumé, dans toutes les Conifères, les écailles du cone ne sont que des feuilles simples, parfois dédoublées avec excroissance ventrale. Les ovules naissent à la surface de ces segments internes des feuilles ou à l'aisselle de celles-ci. Le cone doit donc être considéré comme une fleur dont les appendices représentent des carpelles ouverts. Chez le *Taxus* et les *Torreya*, les ovules, naissant directement au sommet de petits rameaux bractéolés forment, à eux seuls, la fleur tout entière.

Depuis la publication de ces observations, les idées de Eichler n'ont pas changé, en ce qui concerne l'interprétation morphologique des différentes parties de l'appareil femelle des Conifères. En 1887, dans son étude générale de la famille (1), cet auteur décrit la fleur femelle d'après les opinions exprimées en 1881.

La revue bibliographique qui précède montre que, pour la plupart, les auteurs qui ont étudié l'organe femelle des

(1) Eichler in « Engler et Prantl », fasc. 3, 4 et 8, 1887.

Conifères, se sont préoccupés d'en homologuer les diverses parties à celles de la fleur des Phanérogames supérieures.

Les uns, gymnospermistes, à l'exemple de R. Brown, regardent le corps reproducteur comme un ovule tégumenté.

Les autres, antigymnospermistes, voient dans cet ovule, comme Mirbel et Richard, une fleur carpellée, munie ou non d'un périanthe.

Aujourd'hui, le plus grand nombre des botanistes se sont rangés à la première opinion. Les travaux de Eichler, de Braun, de Warming, de Strasburger sur le développement et la structure de l'ovule tendent à justifier cette manière de voir.

Cependant, les gymnospermistes actuels ne sont pas d'accord sur la valeur morphologique qu'il convient d'attribuer aux organes accessoires (bractées, écailles) qui entrent dans la constitution du strobile.

C'est ainsi que, pour Van Tieghem, l'écaille ovulifère est une simple feuille carpellaire; c'est un axe aplati et étalé pour Strasburger et pour Bertrand. La bractée sous-jacente est une feuille modifiée.

D'après Eichler, l'ensemble des deux organes superposés représente une feuille unique dédoublée dont l'écaille ovulifère est le segment supérieur.

Il résulte de ces divergences d'opinion sur la nature de l'organe qui produit les ovules, que le strobile des Conifères reçoit lui-même diverses interprétations, si l'on cherche à le comparer à l'appareil floral des autres Phanérogames.

Sans entrer dans cette discussion, nous remarquerons seulement que les auteurs qui se sont occupés de la morphologie du cone ont laissé de côté, à part quelques brèves indications, ce qui a trait :

1° A la structure de l'axe du cone;

2° A la distribution des canaux sécréteurs dans cet axe et dans les appendices qu'il porte;

3° A la structure de l'appareil vasculaire à la maturité;

4° A la disposition et à la structure du tissu de soutien;

5° Aux phénomènes morphologiques d'occlusion et de déhiscence du cone.

Ce sont ces points particuliers qui font l'objet de notre travail.

Bien qu'il soit assez considérable, le nombre des espèces que nous avons eues à notre disposition n'était pas suffisant pour qu'on pût en tirer des caractères spécifiques; mais il nous a paru l'être pour en dégager des caractères de genre et de tribu, bien que ces caractères ne répondent pas dans tous les cas avec les coupures consenties par la systématique actuelle (1).

Nous croyons cependant qu'une étude comparative d'un très grand nombre d'échantillons d'espèces ou de variétés permettrait au moins l'établissement de sections dans certains genres. Nous avons d'ailleurs obtenu quelques résultats positifs dans ce sens ; mais, considérant comme insuffisant le nombre des espèces ou variétés étudiées, nous réservons sur ce sujet des études ultérieures.

DIVISION DU TRAVAIL.

Nous indiquerons tout d'abord les procédés techniques que nous avons employés. L'exposé de nos recherches sera ensuite réparti en chapitres correspondant aux tribus, telles qu'elles sont comprises par Bentham et Hooker (2).

C'est aussi aux diagnoses de ces auteurs que doivent être rapportés les genres qui vont être étudiés.

Des généralités sur la tribu termineront chacun des chapitres, et des conclusions générales résumeront l'ensemble du travail.

TECHNIQUE.

Pour chaque espèce, sauf pour quelques-unes que nous

(1) Il n'entre pas dans notre cadre de discuter la question de savoir si les divisions actuellement admises chez les Conifères sont comparables à celles qui, sous des expressions identiques, tendent à exprimer les rapports de parenté des autres Phanérogames. Nous les acceptons seulement comme un moyen commode de classement.

(2) *Genera pl.*, *pars* III, 1883, p. 420-442.

n'avons pu nous procurer que difficilement, l'étude a porté sur le cone jeune, pendant les premiers stades qui suivent la pollinisation et sur le cone adulte, recueilli soit avant, soit après la déhiscence. Nous avons fait usage d'échantillons frais et de matériaux conservés dans l'alcool. Dans quelques cas, nous avons dû recourir à des échantillons secs d'herbier.

Nous avons employé la méthode des coupes minces parallèles et, dans certains cas (étude de la course des canaux), une méthode mixte consistant dans la dissection à la loupe d'un organe préalablement injecté à la gélatine colorée.

Dans la première méthode, les tissus jeunes ont été sectionnés après inclusion au savon alcoolique, avec ou sans le concours du vide, suivant les cas. Un lavage à l'alcool isolait les coupes de la masse. Comme la limite inférieure d'épaisseur des coupes a rarement dépassé 30 μ, nous n'avons pas cherché à obtenir une inclusion vraie complète. C'était plutôt un enrobage poussé plus ou moins loin, lorsque la présence de cavités (canaux, etc.) nécessitait l'introduction d'une masse interne de soutien.

Voici la formule que nous avons employée; elle donne une masse suffisamment dure :

Savon de soude....................	25 grammes.
Alcool à 85°......................	75 —

Chauffer au bain-marie dans un ballon muni d'un appareil à reflux, pour conserver le titre de la solution.

Lorsque le savon est dissous, ajouter :

Stéarate de soude ordinaire.........	25 grammes.

Chauffer de nouveau jusqu'à dissolution, puis filtrer dans un entonnoir à filtration chaude. La masse se solidifie rapidement; elle est découpée en fragments et conservée dans un flacon bien bouché.

On peut diminuer la dureté et augmenter la fusibilité en diminuant la proportion de stéarate de soude ajouté. On peut aussi donner à la masse plus de transparence et d'élasticité en abaissant légèrement le titre alcoolique. Il faut

cependant éviter un excès d'eau qui retarderait sensiblement la solidification.

L'objet, préalablement imprégné d'alcool, est mis à digérer dans la masse fondue au bain-marie. Il convient d'effectuer l'opération dans une petite éprouvette ou un petit flacon qu'on puisse mettre en communication avec une trompe à eau. En faisant le vide, l'opération se termine en quelques minutes.

Nous répétons qu'il ne s'agit là que d'une demi-inclusion qui n'intéresse que les grandes cavités de la pièce. La rigidité de la cellulose durcie par l'alcool rend inutile une inclusion plus profonde qui pourrait avoir, d'autre part, des inconvénients résultant de l'action prolongée de la chaleur. Telle quelle, cette méthode nous a toujours paru suffisante.

Il serait cependant téméraire de l'appliquer dans tous les cas, notamment pour l'étude du contenu cellulaire. Dans ce cas, nous avons toujours recours au primitif enrobage à la moelle de sureau.

Pour les pièces de grande résistance, telles que les écailles de certains cones adultes, où la consistance du tissu dépasse de beaucoup celle de la masse savonneuse précitée, nous nous sommes servi avec succès d'une méthode inédite d'enrobage à la paraffine qui nous a donné toute satisfaction.

On sait que les inclusions au moyen de cette substance exigent la déshydratation préalable des objets et même leur imprégnation complète par un dissolvant de la masse. Si l'on ajoute à cette préparation le séjour très long de la pièce dans un bain de paraffine fondue, on comprend que ces manipulations soient inapplicables à la plupart des tissus végétaux qui ne se laissent pénétrer que difficilement et qui d'ailleurs, dans le cas où cette pénétration s'effectue, ne reprennent jamais ensuite leur aspect primitif.

D'autre part, l'enrobage simple obtenu en versant autour de l'objet la paraffine fondue et abandonnant le tout au refroidissement, donne toujours des résultats imparfaits, à cause du retrait de la masse autour de l'objet.

Nous avons tourné cette dernière difficulté en utilisant la période de semi-fluidité précédant la solidification complète, pour faire subir à la masse une compression mécanique qui compense le retrait produit lorsqu'elle reste abandonnée à elle-même.

Voici le mode opératoire :

De petits cylindres creux en métal (du diamètre d'un cylindre ordinaire de microtome Ranvier et de 3 centimètres de longueur environ) sont fermés à une extrémité par un petit disque portant une aiguille et entrant à frottement doux dans le cylindre. Cette aiguille sert à supporter la pièce et à lui donner l'orientation. La paraffine ayant été versée et abandonnée au refroidissement (qu'il est avantageux d'accélérer pour éviter les cristallisations), on exerce à sa surface, lorsqu'elle a atteint une consistance molle, une pression assez forte au moyen d'un mandrin de bois ou de métal qui entre à frottement doux dans le cylindre. La masse complètement refroidie est expulsée au moyen du même mandrin.

Grâce à cet artifice, la paraffine a moulé l'objet dans ses moindres détails et l'enrobage est parfait. Les coupes se pratiquent en humectant d'alcool le rasoir et la pièce à couper. Cet enrobage permet d'ailleurs de conserver le tout dans l'eau, l'alcool ou la glycérine, si l'on désire ajourner ou interrompre les coupes. La masse au savon, se desséchant rapidement par évaporation de son dissolvant, n'offre pas ces avantages.

Cette méthode d'enrobage à la paraffine par compression est surtout précieuse pour la section des sclérenchymes ; et, lorsque les tissus présentent de larges cavités internes, on peut faire précéder l'enrobage proprement dit d'un séjour dans le bain de paraffine, avec ou sans le concours du vide.

Quant à la masse qui imprègne ou entoure les coupes sortant du microtome, on s'en débarrasse facilement par l'artifice suivant :

Les coupes sont déposées dans un verre profond (le verre conique des chimistes, par exemple) rempli d'eau à la sur-

face de laquelle on a versé quelques gouttes de xylène. La paraffine se dissout au passage et les coupes, devenues libres, tombent au fond du vase en se déroulant; on les isole par décantation du liquide.

La méthode d'observation macroscopique par dissection, à laquelle nous avons eu recours, nous a servi seulement à déterminer dans certains cas le trajet des canaux sécréteurs.

Pour cela, opérant sur des objets assez volumineux(1 — 2^{cc} par ex.) et remplaçant la masse à inclusion ordinaire par de la gélatine colorée, nous avons déterminé, au moyen de la trompe à eau, le remplissage des canaux par cette masse fluide à basse température (24-25° environ). Après refroidissement, les objets étaient disséqués au scalpel ou débités en tranches épaisses successives, puis observés à la loupe.

Cette méthode, très simple et d'apparence un peu grossière, nous a rendu les plus grands services en donnant un premier aperçu rapide, plus facile à contrôler ensuite par des séries de coupes minces . On sait qu'en histologie végétale, en raison de la différence de dureté des tissus contigus et de l'insuffisance des enrobages, cette dernière méthode est particulièrement longue, étant donnée l'impossibilité presque absolue d'obtenir, comme avec les tissus animaux, des coupes disposées en ruban continu.

Quant aux réactifs employés dans ce travail, ils sont ceux qu'on emploie en général en histologie et ne méritent pas de mention spéciale.

CHAPITRE PREMIER

ABIÉTINÉES

La tribu comprend 7 genres :

Abies (1), *Cedrus*, *Tsuga*, *Pseudotsuga*, *Larix* (2), *Pinus*.

(1) Bentham et Hooker comprennent dans ce genre l'*Abies Fortunei*, A. Murr. En 1867, Carrière, se fondant sur le caractère de persistance des écailles dans cette espèce, l'avait érigée à l'état de genre : *Keteleeria*

Nous consacrerons à chacun de ces genres un paragraphe particulier. Une espèce sera étudiée avec détails. Nous rapporterons, en quelques traits, à cette description celle des espèces congénères que nous aurons étudiées et nous essaierons d'en déduire, pour le groupe, des caractères génériques. Chaque description d'espèce comprendra l'axe du cone et les appendices, c'est-à-dire l'écaille séminifère et la bractée sous-jacente.

A priori, l'étude de l'axe semble se confondre avec celle d'un rameau ordinaire dont il occupe d'ailleurs la place morphologique. Mais la nature spéciale et transitoire de cet axe, à croissance limitée, amène, dans la disposition de certains organes accessoires, des particularités dignes de remarque. C'est ainsi que la disposition des canaux secréteurs corticaux y prend une régularité et une constance qu'on ne retrouve pas généralement dans le rameau végétatif ordinaire.

L'axe du cone diffère aussi d'un simple rameau par la fertilité de toutes ses feuilles. Chaque feuille fertile (bractée mère), et son produit axillaire (écaille séminifère), prenant naissance sur l'axe en superposition immédiate, nous appellerons *insertion* la région de l'axe qui les porte. Un axe de cone comprendra donc un nombre d'insertions égal à celui des fleurs qu'il porte.

Quant à la disposition de ces insertions à la surface de l'axe, elle est celle qu'indiquent les lois ordinaires de la phyllotaxie, et, dans la très grande majorité des cas, c'est la série normale des divergences $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{13}$, $\frac{8}{21}$, $\frac{13}{34}$, etc., qui règle la disposition cyclique de ces insertions.

Encore convient-il d'en retrancher les deux premiers ter-

Fortunei Carr. Cette distinction tend à prévaloir aujourd'hui. Comme nos observations carpologiques confirment cette opinion, nous étudierons cette espèce comme un genre distinct.

(2) On sépare aujourd'hui du genre *Larix* l'espèce *L. Kœmpferi* Fort., pour en faire un genre distinct : *Pseudolarix Kœmpferi* Gord. Les échantillons d'herbier, très imparfaits, que nous avons eus entre les mains ne nous ont pas permis d'étudier cette espèce litigieuse.

mes, qu'on ne rencontre pas chez les Abiétinées. Les trois termes suivants se présentent chez les petits cones (*Tsuga*, *Larix*); mais, pour les agglomérations plus condensées (*Abies*, *Cedrus*, *Pinus*, *Picea*), c'est aux fractions de divergence suivantes qu'il faut avoir recours pour désigner la disposition des écailles sur l'axe (1).

§ I. **Abies** Jussieu.

Bentham et Hooker admettent 18 espèces. On tend aujourd'hui à en compter un plus grand nombre. L. Beissner (2), dans son Catalogue, en énumère 24. Eichler admet 20 espèces environ.

I. ABIES NORDMANNIANA Spach.

Syn. *Pinus Nordmanniana* Stev.
Picea Nordmanniana Loud.

1° CONE JEUNE.

A. — Axe du cone.

a. *Appareil vasculaire.* — Des coupes transversales pratiquées dans la région moyenne de l'axe du cone, montrent un cercle vasculaire à faisceaux distincts, comme dans une tige jeune de l'année. Vus en coupe longitudinale tangentielle, ces faisceaux forment, par leur course sinueuse et leurs anastomoses, un réseau cylindrique à mailles allongées. L'intérieur de ces mailles est rempli par du parenchyme formant rayon médullaire (Pl. I, fig. 1).

(1) Voir, pour de plus amples détails à ce sujet, les travaux d'ensemble sur la *Phyllotaxie* de Schimper et Braun, 1837, de L. et A. Bravais (*Ann. des Sc. nat. Bot.*, 1837), avec un résumé des travaux de Schimper et Braun, par Martins et Bravais, et surtout le travail spécial de Braun : *Vergleichende Untersuchungen über die Ordnung der Schuppen an den Tannenzapfen* (Nova acta acad. L. C., XV, 1 p., p. 316).

(2) *Handbuch der Coniferen Benennung*, Erfurth, 1887.

Sur chaque maille s'insère le système vasculaire des deux appendices (1) superposés (bractée mère et écaille séminifère) ; celui de la bractée s'isole du nœud inférieur de la maille sous la forme d'un double faisceau grêle. Celui de l'écaille, plus développé, s'insère sur les deux faisceaux latéraux caulinaires (réparateurs) qui, s'écartant à partir du nœud inférieur, constituent les faces latérales de la maille vasculaire (Pl. I, fig. 1) (2).

Ainsi formés, les deux faisceaux originels de l'écaille s'incurvent dans l'écorce avec le faisceau médian, se soudent presque aussitôt à la partie supérieure en un arc très fermé (fig. 2), et cet ensemble constitue, à l'origine, une ellipse vasculaire à grand axe vertical, dont la dualité n'est révélée que par les quelques rangées de cellules de parenchyme qui séparent le faisceau inférieur médian de l'arc supérieur (Pl. IV, 43).

Tel est l'aspect qu'offre une coupe longitudinale tangentielle pratiquée dans la région libérienne de l'axe. Le double système vasculaire traverse l'écorce pour sortir dans les appendices, et ce trajet est marqué par une séparation progressive des deux parties qui le constituent. Au niveau externe de leur sortie du rachis du cone, les deux systèmes sont complètement isolés, le supérieur creusé en arc semi-elliptique à concavité inférieure, l'inférieur constitué par un double faisceau grêle (Pl. I, 13, 14).

Il y a donc, dès l'origine sur l'axe, une distinction nette entre le système vasculaire de la bractée et celui de l'écaille séminifère qui lui est immédiatement superposée. Disons dès maintenant, et pour éviter les redites, que cette dualité originelle se présente dans tous les autres genres de la tribu des Abiétinées. Les seules différences consistent dans le

(1) Nous désignons par « appendices » les organes insérés sur l'axe, sans préjuger de leur valeur morphologique. Ces organes sont la bractée mère et l'écaille séminifère.

(2) Bien que ces figures se rapportent au cone adulte, elles peuvent néanmoins être consultées pour la description du cone jeune.

mode de liaison du système vasculaire des appendices avec celui de l'axe (1).

Ce fait anatomique fut, d'ailleurs, nettement affirmé par van Tieghem (2) en 1869 et confirmé par Strasburger (3) en 1872. Il n'y aurait donc pas lieu de revenir sur cette question, si une opinion différente n'avait été émise en 1881 par Eichler (4). Cet auteur admet que, chez certaines Abiétinées, le système vasculaire de l'écaille dérive de celui de la bractée. Ce serait comparable à ce qui se passe chez les Araucariées, où, comme Strasburger l'a montré (5), le système vasculaire supérieur, à trachées tournées vers le bas, est une dépendance du système inférieur, à trachées tournées vers le haut, et n'offre aucune relation directe avec celui de l'axe. Chez aucune des espèces étudiées dans la tribu des Abiétinées, nous n'avons trouvé cette liaison intime. La distinction est originelle dès l'insertion sur le cercle vasculaire de l'axe.

Sitôt que le double faisceau de la bractée commence à s'individualiser pour se détacher du nœud inférieur de la maille vasculaire, on voit se différencier dans le parenchyme cortical, au dos du liber, un tissu lâche formé d'une sorte de large lacune que sillonnent en tous sens des trabécules de cellules unies bout à bout et enchevêtrées. Ce tissu lacuneux, adossé au liber du faisceau de la bractée, traverse l'écorce et diminue peu à peu pour disparaître au niveau de sortie de l'appendice. Nous ignorons le rôle physiologique de ce tissu (Pl. I, 3 à 13, *tl*, et Pl. IV, 43, *tl*).

b. *Canaux sécréteurs.* — Dans le parenchyme cortical de l'axe, interrompu radialement par les départs vasculaires des appendices, se montrent, rangés en un seul cercle, des canaux sécréteurs inégaux en diamètre. Leur nombre est constant et égal à 21 (Pl. III, 41). Ceux de ces canaux qui

(1) Voir plus loin, à ce sujet, le genre *Cedrus*.
(2) *Loc. cit.*
(3) *Loc. cit.*
(4) *Ueber die weiblichen Blüthen der Coniferen,* Monastb. d. k. Ac. d. W., 1881.
(5) *Loc. cit.* Pl. VI et VII, en particulier fig. 57-62.

sont immédiatement voisins des branches vasculaires sortantes sont accompagnés d'une paire de canaux plus externes (*ca*). Ces derniers, dont nous verrons plus loin l'origine, ne doivent pas être compris dans la numération précédente.

Étudions, sur une certaine longueur de l'axe, le trajet des canaux qui constituent ce cercle unique dans le parenchyme cortical (1).

Deux de ces canaux (Pl. II, 42), embrassant immédiatement une insertion vasculaire, se rapprochent légèrement au-dessus de cette insertion ; puis, après un certain trajet, ils s'écartent de nouveau plus haut pour embrasser de même une insertion plus élevée. Si l'on cherche, dans la disposition cyclique des appendices du cone étudié, le numéro d'ordre de cette dernière par rapport à l'insertion 0, prise pour point de départ, nous trouvons qu'elle porte le numéro 21, c'est-à-dire qu'elle est la superposée de la première (2). La course des canaux est donc verticale. Pour chaque paire embrassant une insertion, le trajet est le même que celui que nous venons de décrire, c'est-à-dire qu'on ne rencontre entre deux canaux voisins que les seules insertions qui appartiennent à une même rangée verticale. En d'autres termes, toute tranche du cylindre d'insertion, comprise entre deux rangées verticales voisines, ne renferme qu'un seul canal. Le nombre des canaux est par suite égal à celui de ces rangées verticales, c'est-à-dire au dénominateur de la fraction de divergence du cone.

On s'explique dès lors la constance du nombre de ces canaux à différents niveaux de l'axe. Dans l'exemple choisi, ce nombre est égal à 21, comme il a été dit plus haut.

Pour faciliter la description, nous désignerons désormais sous le nom de « canaux caulinaires » les canaux corticaux de l'axe disposés en un seul cercle.

(1) Cette étude peut se faire commodément par la méthode macroscopique décrite au chapitre « Technique ».

(2) La fraction de divergence du cone d'*Abies Nordmanniana* est $\frac{8}{21}$.

Au niveau de chaque insertion vasculaire, à peu de distance au-dessous du faisceau médian inférieur, chacun des canaux caulinaires qui embrassent cette insertion se dilate et donne naissance à un canal qui s'y insère extérieurement (42, *ca* et 9 *ca*). Les deux branches filles ainsi isolées de la paire caulinaire, sont destinées aux appendices où elles se rendent en traversant l'écorce.

Nous appellerons ces canaux « appendiculaires. »

Ils présentent eux-mêmes des ramifications dont la première consiste, pour chaque canal, en une branche qui s'y insère très près de son point d'origine sur le caulinaire, et qui, montant très obliquement le long des flancs de l'arc vasculaire supérieur, s'incurve au-dessus de ce dernier en formant une branche horizontale, qui sort dans l'appendice parallèlement à la branche mère inférieure (Pl. I, 9 à 21 et Pl. III, 42, *cam*).

L'unique paire appendiculaire originelle, qui traverse l'écorce à droite et à gauche du système vasculaire des appendices, se trouve donc, presque immédiatement, renforcée d'une seconde paire, supérieure, qui suit le même trajet, mais au-dessus de l'arc.

Il résulte de cette disposition que la section transversale de l'appendice double, au niveau de sortie de l'axe, présente quatre canaux sécréteurs en deux paires superposées. La paire inférieure se montre à très peu de distance au-dessous du niveau du faisceau de la bractée ; la paire supérieure, dont les canaux sont plus rapprochés, est nettement localisée au-dessus de l'arc vasculaire supérieur (Pl. I, 14-15).

La description qui précède nous explique la disposition du système sécréteur dans la coupe transversale de l'axe (Pl. III, 41).

L'inégalité de diamètre des canaux correspond aux dilatations périodiques des caulinaires au niveau des insertions ; les canaux surnuméraires, extérieurs au cercle normal, sont constitués par les deux branches montantes qui donnent plus haut la paire appendiculaire supérieure.

L'ensemble de la structure précédente se montre très constant dans l'espèce étudiée. Les variations qui peuvent intervenir sont les suivantes :

Il peut arriver que la première bifurcation de la paire appendiculaire originelle s'effectue assez près de la paire caulinaire pour que les deux branches montantes, qui sont presque verticales, se fusionnent, au moins au début de leur trajet, avec les canaux caulinaires eux-mêmes. C'est sur ces derniers que semble alors s'insérer la paire appendiculaire supérieure. Lorsque ce cas se présente, il faut l'interpréter comme le résultat d'une fusion accidentelle, et considérer néanmoins le système appendiculaire des canaux comme formé d'une seule paire originelle.

Ce système est double et symétrique par rapport au plan vertical médian des appendices. On a vu qu'il en est de même pour le système vasculaire.

Une autre particularité peut se produire : elle consiste dans la liaison, au-dessus de l'arc vasculaire, des deux branches montantes qui donnent la paire appendiculaire supérieure. Ces deux branches forment alors un arc complet entourant le système vasculaire de l'écaille. La paire appendiculaire supérieure s'en détache au sommet.

Cette anastomose apicale n'est pas la règle dans l'espèce, au moins pour le cone jeune. Nous retrouverons cette disposition plus constante dans d'autres espèces d'*Abies* et dans d'autres genres de la tribu.

B. — Appendices.

Au niveau de leur sortie de l'axe, l'écaille et sa bractée sont réunies dans une même gaine de parenchyme, formant ainsi un organe d'apparence extérieure simple, dont la dualité, seulement interne, n'apparaît à l'extérieur que vers le niveau d'insertion vasculaire des graines. Nous appellerons *pédicule* (1) cette portion basilaire rétrécie commune aux deux appendices.

(1) Cette expression est toute conventionnelle.

Après la séparation des deux organes, chacun d'eux prend un développement différent : la bractée demeure mince et étroite, atteignant en longueur celle de l'écaille; cette dernière se développe au contraire largement, en formant un organe foliacé qui assure protection aux graines qu'il porte.

L'implantation du pédicule sur l'axe est presque perpendiculaire à cet axe; ce n'est qu'après le niveau d'insertion des graines que l'écaille et la bractée, libres de toute adhérence mutuelle, se relèvent vers le haut en formant un coude assez net (Pl. III, 36). Il en résulte que la véritable situation des graines dans le cone est sensiblement horizontale. Les logettes qui les renferment sont limitées par les pédicules voisins.

Quant à la structure interne de ces organes, elle ne peut être étudiée avec sûreté qu'au moyen de coupes successives pratiquées dans les appendices depuis l'insertion sur l'axe jusqu'au sommet. Des modifications importantes se manifestent, en effet, dans cette structure selon le niveau considéré.

Dans le pédicule, ces coupes présentent d'abord un contour ovale irrégulier, rétréci au sommet, légèrement dilaté vers la base (Pl. I, 14-19). On y retrouve le double appareil vasculaire déjà décrit, occupant à peu près le centre de figure de ce périgone; au-dessus et au-dessous, les deux paires de canaux. A une faible distance de l'axe, ces coupes s'augmentent brusquement vers la base d'une portion d'abord retrécie puis terminée en un polygone élargi (21).

Cette addition répond à un caractère de morphologie externe qui consiste en une prolifération inférieure du pédicule, sorte de talon assez développé, décurrent le long de l'axe, mais sans soudure avec lui (36, *t*). Par sa situation morphologique, ce talon est une dépendance de la bractée.

Jusqu'au niveau de séparation des deux organes (21-31), et même au delà pour l'écaille, la série des coupes manifeste

une asymétrie marquée que règle la fraction de divergence du cone et le sens de la spire génératrice. Elle est le résultat mécanique de la pression mutuelle des appendices, le talon inférieur se trouvant déjeté à droite ou à gauche du plan vertical médian du pédicule, selon le sens des spires secondaires les plus relevées du cone (1).

C'est de même à cette pression qu'il faut attribuer le contour complexe du talon qui, comprimé par les graines et les pédicules voisins, présente une section polygonale qui se simplifie à mesure qu'on s'éloigne de l'axe du cône. Au niveau de séparation (31), la bractée mère présente encore une section trapézoïdale aplatie qui se transforme définitivement en une section rhombique que conserve l'organe jusqu'au sommet (32 B).

Le mode de séparation des deux organes superposés mérite une mention particulière. Au point de départ du système vasculaire des graines, se différencie, dans le pédicule, entre le système vasculaire supérieur et le faisceau inférieur, un double épiderme revêtant une poche médiane aplatie (28, *p*). Cette poche gagne peu à peu en largeur, à mesure qu'on s'élève vers le sommet de l'organe, et la bractée mère s'isole, retenue en dernier lieu à l'écaille par deux bandes latérales d'un parenchyme commun aux deux organes (28-31). Cette particularité nous a semblé être le résultat d'une croissance intercalaire localisée. L'énorme

(1) On sait que le sens de ces spires alterne, dans la série normale des divergences, pour les termes successifs de cette série.

Pour une même fraction de divergence, il varie de même avec le sens de la spire génératrice. Or, le sens de cette dernière change d'un rameau à l'autre chez un même individu. On dit qu'il y a *hétérodromie*. Cette hétérodromie se présente chez les *Abies* pour les rameaux végétatifs et se continue de même dans les axes d'inflorescence. Il en résulte que, pour une même branche qui porte, d'année en année, une ou plusieurs floraisons fertiles sur sa pousse, les cones offrent pour chaque génération un sens de spire différent. Il faut ajouter que, pour un même individu, les pousses fertiles de l'année n'étant pas toutes de même ordre, l'ensemble de la récolte comprendra des cones à spires *dextrorsum* et des cones à spire *sinistrorsum*. On comprend alors que le sens de l'asymétrie du talon ne puisse donner aucun caractère utile, si ce n'est pour la détermination du sens de la spire génératrice d'un cone donné.

développement en largeur de l'écaille séminifère prolonge, pour les faces latérales, la durée de la croissance intercalaire qui a, d'autre part, terminé son évolution dans la région médiane.

La portion du pédicule qui correspond à l'écaille est munie d'une saillie supérieure médiane séparant les graines à la base de l'organe (22-31, *c*). Nous appellerons *carène* cette crête médiane qui se retrouve d'ailleurs chez les autres genres de la tribu.

A droite et à gauche, le pédicule se dilate en deux saillies latérales que continuent ensuite les bords de l'écaille élargie. Avant cet élargissement, qui s'effectue assez brusquement au niveau du coude de l'écaille, les bords de l'organe se montrent légèrement renflés en deux petits coussinets latéraux, histologiquement constitués par un tissu lacuneux formé de fibres courtes, contournées et enchevêtrées. Ces fibres, ou plutôt ces longues cellules, d'abord à parois minces, s'épaississent plus tard. Aucun élément vasculaire ne pénètre dans ce tissu dont le développement a pour objet de remplir le vide laissé, en cette région, par l'imbrication des écailles.

Au delà de ces gonflements, l'écaille s'élargit par deux ailes minces et presque scarieuses, et se termine par une large lame foliacée concave, arrondie au sommet.

a. *Appareil vasculaire.* — Le faisceau de la bractée, s'écartant de l'arc vasculaire supérieur à mesure qu'on s'avance dans le pédicule s'incurve légèrement vers le bas, et, occupant la région médiane de l'organe après sa séparation de l'écaille, l'innerve jusqu'au sommet. La division de ce faisceau en deux branches parallèles est constante dans toute sa longueur (32, B, *fb*).

Cette dualité est tout à fait comparable à celle qu'on observe dans le faisceau de la feuille végétative, avec cette différence que, dans la bractée, on n'observe pas de gaine endodermique spéciale. On peut expliquer cette absence par un arrêt de différenciation, la bractée mère nous apparaissant comme un organe réduit et surtout peu important au

point de vue de l'assimilation chlorophyllienne. Le faisceau est d'ailleurs peu développé.

L'arc vasculaire supérieur, plus important, commence à se diviser dès le pédicule. Une première bifurcation se produit, puis l'une des branches détache, dans le plan médian, un faisceau moins important. Les deux faisceaux latéraux de l'arc ainsi bifurqué envoient, vers les graines, deux petites branches grêles qui traversent obliquement le parenchyme pour s'épanouir à la chalaze. Ces petits faisceaux séminaux sont, en général, orientés inversement par rapport aux faisceaux mères; mais il faut remarquer que leur tendance à se contourner en un cercle vasculaire plus ou moins parfait rend souvent cette orientation peu précise (Pl. II, 28-31). Chaque faisceau séminal se bifurque à la chalaze et les deux branches, issues de cette dichotomie, innervent le tégument suivant un plan parallèle à la surface d'insertion de la graine (25-31).

A partir du niveau d'insertion vasculaire des graines, la division de l'arc s'accentue rapidement ; les deux gros faisceaux latéraux émettent de nombreuses branches qui s'écartent pour suivre le mouvement d'élargissement de l'écaille ; la lame vasculaire ainsi formée, d'abord incurvée en arc à concavité inférieure (ou externe) (27-31), se redresse et prend, à partir du coude, dans le reste de l'écaille, une courbure inverse que détermine la forme de l'organe lui-même (32-35).

Dans cette région élargie, les faisceaux subissent de nouvelles bifurcations en restant toujours disposés en une seule rangée.

b. *Canaux sécréteurs.* — Des deux paires superposées de canaux (Pl. I, 16-17), l'inférieure dilate ses branches et subit une division qui donne, vers le bas et du côté du plan vertical médian, une paire de canaux destinés à la bractée (18). Ils se disposent, dans cet organe, de part et d'autre et un peu au-dessous du faisceau (19-32). Ces deux canaux se ramifient souvent au début en donnant 1-2 petites branches parallèles, mais ces branches supplémentaires ne sont pas constantes et s'éteignent bientôt.

Les deux paires supérieures fournissent tout le système sécréteur de l'écaille. Elles se ramifient par des bifurcations successives ; à mesure que l'arc vasculaire s'étale, il rejette dans le parenchyme supérieur ou interne (face libérienne des faisceaux) tout ce système de canaux (24-31). Il en est ainsi jusqu'au delà du niveau de séparation de la bractée mère (région du coude). A partir de ce niveau, où les faisceaux commencent à s'écarter notablement pour suivre le mouvement d'élargissement de l'écaille, les canaux supra-libériens émettent des branches tangentielles qui, passant dans les espaces interfasciculaires, vont se distribuer et se ramifier dans le parenchyme externe (face ligneuse des faisceaux) (32-33-34). A peu de distance du sommet, les canaux s'éteignent progressivement, et ceux qui continuent leur course se disposent, en une seule rangée, dans les espaces interfasciculaires. Ils s'éteignent après les faisceaux, au sommet extrême de l'écaille (35).

Telle est la structure générale du cone pendant les premiers stades qui suivent la pollinisation.

Pendant que s'accomplit ce dernier phénomène physiologique, les écailles ont leur sommet récurvé à l'extérieur. Il résulte de cette disposition que les ouvertures béantes entre les écailles, au lieu d'être dirigées vers le haut (le cone étant dressé) présentent, au moins au sommet, des orifices latéraux où peuvent s'engouffrer facilement les grains de pollen transportés par le vent. Après la pollinisation, les sommets des écailles s'incurvent vers l'axe et ferment le cone. Cette occlusion est favorisée par le développement en poils des cellules épidermiques en contact. La fermeture est réalisée par la prédominance de l'accroissement longitudinal intercalaire du parenchyme externe. La pression mutuelle des écailles s'accentue sous l'influence de cette croissance, à mesure que le cone atteint ses dimensions définitives.

2° CONE ADULTE.

Les modifications qui apparaissent dans le cone parvenu

à maturité, consistent surtout dans la différenciation plus complète du tissu de soutien. Il faut y ajouter, dans le parenchyme de l'écaille, la présence de cellules à mucilage et, au sommet des faisceaux, la formation d'un tissu vasculaire de transfusion.

A. — Axe du cone.

La disposition générale reste la même, en ce qui concerne les canaux sécréteurs. Les faisceaux du cercle vasculaire s'accroissent et confluent en un réseau plus compact. Une sclérose plus ou moins complète envahit les cellules légèrement épaissies du parenchyme médullaire. Celles du parenchyme cortical restent, au contraire, à parois minces et cellulosiques.

En face des faisceaux, au voisinage des pointes libériennes, se différencient quelques fibres rondes, à parois modérément épaissies, fusiformes, allongées. Ces fibres sont isolées et occupent une région qu'on peut considérer comme péricyclique. Hâtons-nous de dire que cette région n'est nullement délimitée au dehors par un endoderme distinct.

L'épiderme qui recouvre le parenchyme cortical reste formé de cellules minces et entièrement cellulosiques.

B. — Appendices.

L'état adulte des appendices est marqué par des modifications plus importantes.

a. *Appareil vasculaire.* — Le double faisceau de la bractée s'accroît peu; après le niveau de séparation de l'organe, ce faisceau s'additionne, sur les flancs, de cellules vasculaires qui forment, reliées aux vaisseaux latéraux, un tissu lâche représentant le tissu de transfusion du faisceau foliaire ordinaire.

Cependant, comme nous l'avons dit plus haut, l'absence de gaine endodermique différenciée, comme celle de la feuille végétative, empêche la délimination exacte de ce tissu par rapport au parenchyme ambiant.

Ces cellules vasculaires ont leurs parois diversement sculptées. Tantôt les épaississements sont limités à des bandes étroites plus ou moins régulières, tantôt les parties minces, plus réduites, figurent des ponctuations rondes, ovales ou linéaires ; enfin, des ponctuations aréolées se montrent, mais rares, sur quelques-uns de ces éléments.

L'appareil vasculaire de l'écaille s'accroît davantage, et son système ligneux, une fois sa différenciation achevée, joue un rôle de soutien pour l'organe. L'arc vasculaire initial ne prend cependant jamais l'énorme accroissement que nous trouverons chez d'autres genres de la tribu dont les écailles sont persistantes. Ce caractère est, en effet, lié à la caducité de ces organes chez les *Abies*.

La différenciation définitive du système ligneux ne suit pas immédiatement le développement du faisceau. Les dimensions ultimes de ce dernier sont dès longtemps acquises, alors que l'épaississement et la lignification des vaisseaux sont encore limités aux premiers éléments formés. Ce n'est qu'à l'automne que cette différenciation, progressant des trachées au cambium, devient définitive pour tout le système ligneux.

Quant à l'épaississement de la membrane, il est modéré, et laisse, en général, à la cavité centrale le contour polygonal du vaisseau lui-même.

Assez développés sous les graines (Pl. II), les faisceaux demeurent grêles dans la région élargie de l'écaille (Pl. III, 32-35). Ces faisceaux ont une section ovalaire où le bois et le liber *sont séparés par un cambium plat* (Pl. V, 49, 50).

Dès la moitié de l'aile séminale environ, apparaît, autour de chaque faisceau, un tissu vasculaire de transfusion à éléments diversement ponctués. On y rencontre, en effet, comme dans le tissu de transfusion de la bractée, des bandes réticulées et spiralées, des ponctuations ovales et parfois des aréoles (Pl. V, 50).

Ce tissu, relié aux flancs ligneux du faisceau, est développé en tractus irréguliers dans le parenchyme ambiant

aux dépens duquel il s'est directement différencié. Aucune gaine endodermique ne le limite autour du faisceau. L'importance de ce tissu augmente à mesure que le faisceau diminue; il constitue, au sommet de l'écaille, la terminaison ultime de ce dernier (Pl. III, 35).

L'arc vasculaire originel, étalé et divisé en faisceaux distincts dans l'écaille élargie, constitue une sorte de lame digitée, dont la situation dans l'épaisseur du mésophylle est déterminée par le développement du parenchyme. Située, dans le jeune âge du cone, à peu près au milieu de ce mésophylle, elle se trouve, dans les écailles adultes, un peu plus rapprochée de la face interne de l'organe. Il en est ainsi depuis la base jusqu'au milieu de l'écaille environ (26-32). Cela est dû à l'accroissement prédominant du parenchyme extérieur, qui devient d'ailleurs plus tard le siège d'une différenciation particulière. Plus haut, la lame vasculaire s'écarte davantage de la face interne de l'écaille, devient médiane, puis se rapproche de la face externe. Elle redevient médiane au sommet extrême de l'organe (33, 34, 35). Nous verrons que l'ensemble de cette disposition joue un rôle dans la déhiscence du cone.

b. *Appareil sécréteur*. — L'ensemble de la disposition des canaux est le même que pour le jeune cone. Le développement du parenchyme de l'écaille amène seulement la formation de canaux surnuméraires, qui tantôt restent isolés, tantôt (et c'est le cas le plus fréquent), se relient au système ramifié originel.

Certaines cellules du parenchyme de l'écaille se distinguent de leurs voisines par leur plus grand diamètre et leur contenu mucilagineux (1). Ces cellules apparaissent à partir du milieu de l'écaille et sont surtout abondantes au niveau du sommet extrême de l'aile séminale. Localisées au milieu du mésophylle, dans les régions voisines des faisceaux et sur-

(1) Ce mucilage se colore facilement par le rouge de ruthénium (Mangin). Il nous a paru formé d'une partie gommeuse soluble et d'une partie mucilagineuse, gonflable par l'eau. Il dérive de la membrane.

tout vers la face interne de l'organe, elles font au contraire défaut au voisinage des épidermes (Pl. V, 49, *m*).

Quelques-unes d'entre elles deviennent, avec l'âge, le siège d'une évolution particulière : la membrane cesse de se gélifier, s'épaissit en se lignifiant et se montre criblée de ponctuations. Le grand diamètre de ces sclérites et la masse mucilagineuse de leur contenu décèlent leur origine dans les écailles adultes (Pl. V, 49, *scm*).

c. *Appareil de soutien et de protection*. — Outre le système ligneux des vaisseaux, l'appareil de soutien comprend un sclérenchyme spécial dont la forme et le mode d'union des éléments varient avec leur localisation.

A la base du pédicule, le talon de la bractée est presque tout entier formé d'un tissu fibreux dont les éléments contournés et enchevêtrés laissent entre eux de nombreux méats (Pl. IV, 44). Ces éléments ont une section transversale circulaire. Il reste, au pourtour de l'organe, une mince bande parenchymateuse qui devient le siège d'une formation péridermique peu développée. A mesure qu'on se rapproche du niveau de séparation de la bractée, l'enchevêtrement des fibres disparaît et c'est sous la forme de deux lames sous-épidermiques de fibres droites qu'on retrouve le sclérenchyme dans le reste de l'organe. De ces deux lames, celle qui est située sous l'épiderme inférieur est interrompue en face du double faisceau par une large bande de stomates alignés en files longitudinales. Il en est de même pour la lame intérieure, si ce n'est que la région stomatique est elle-même répartie en deux bandes longitudinales séparées par un cordon scléreux médian (Pl. III, 32, B).

Dans l'écaille, dès le pédicule, entre le tissu enchevêtré du talon et la pointe des faisceaux de l'arc vasculaire supérieur, commence à se différencier un sclérenchyme formé de fibres droites allongées. Relié au tissu enchevêtré du talon, offrant d'ailleurs dans la forme et la disposition de ses éléments d'insensibles transitions vers ce dernier tissu, ce sclérenchyme prend dans l'écaille un aspect différent, après la séparation

de la bractée mère. Les fibres qui le constituent sont polygonales, à angles légèrement arrondis, fortement unies, et ne laissent entre elles que de très petits méats. Le diamètre de ces éléments augmente de la périphérie au centre; les progrès de la lignification suivent une marche inverse, et ce sont les éléments les plus internes qui, à parois moins épaisses, sont seuls complètement lignifiés (Pl. V, 48, *td*).

Ce massif fibreux, séparé de l'épiderme externe par une seule rangée de cellules minces, occupe, à la base de l'écaille, toute la région extérieure aux faisceaux (Pl. II, III, 28-32). Il diminue d'épaisseur après le coude de l'écaille et, perdant peu à peu sa cohésion primitive, il s'éteint vers le tiers supérieur de l'aile séminale en tractus irrégulièrement distribués dans le parenchyme externe (Pl. III, 33, *td*). C'est à ce même niveau qu'apparaît, dans la même région externe de l'écaille, un tissu de soutien de structure différente. Les éléments qui le constituent sont fortement épaissis et lignifiés : ce sont des fibres rondes, irrégulièrement fusiformes, isolées ou réunies par petits groupes (Pl. V, 49). Ce sclérenchyme disjoint se continue jusqu'au sommet de l'organe (34, 35).

A ces fibres longues du sommet externe de l'écaille s'ajoutent, vers l'intérieur, des éléments scléreux isodiamétriques, les uns étroits, à parois épaisses criblées de ponctuations canaliculées (Pl. V, 49, *sci*), les autres larges, à parois ordinairement plus minces et plus largement sculptées. Ces derniers éléments se rencontrent surtout au milieu du mésophylle et dérivent, comme nous l'avons déjà dit, de cellules mucilagineuses (49, *scm*).

Dans la région des ailes séminales et séparée de l'épiderme interne de l'écaille par une assise de cellules à parois minces, une lame fibreuse se différencie et s'étend autour de la graine elle-même qu'elle revêt comme d'une coque externe. La coque est interrompue au niveau du pédicule (29-33, *fg*). L'épaisseur de ce revêtement fibreux varie avec les régions : la portion aplatie qui donne sa rigidité à l'aile séminale comprend 3-4 assises à la base de l'organe; elle se termine

à son sommet par une seule assise de fibres (Pl. IV, 45, *fg*).

Ces fibres ne sont pas intimement accolées entre elles sur toute leur longueur ; elles présentent des ondulations qui limitent entre elles des méats lenticulaires permettant la communication de l'épiderme et de l'assise sous-jacente avec le parenchyme interne de l'écaille (47, *mf*).

La portion de ce parenchyme qui confine immédiatement à la lame fibreuse de l'aile est formée de cellules étoilées (47, *ce*), limitant de larges méats. C'est par la rupture de ce parenchyme lacuneux que l'aile séminale s'isolera du reste de l'écaille.

En résumé, il faut surtout remarquer dans l'appareil de soutien de l'écaille séminifère :

1° Un massif de fibres unies, incomplètement lignifiées, formant une lame continue qui part de la base du pédicule et s'étale dans l'écaille jusqu'au tiers supérieur des ailes séminales environ. Ce tissu est localisé dans le parenchyme externe et présente son maximum d'épaisseur au niveau de l'insertion vasculaire des graines (28, *td*). Nous le désignerons (comme il sera expliqué plus loin), sous le nom de *tissu de déhiscence* (22-33, *td*).

2° Un ensemble de fibres et de cellules scléreuses fortement lignifiées, isolées, ou lâchement unies en îlots et localisées dans la région supérieure de l'écaille (49, *scf*, *scm*, *sci*).

3° Deux lames fibreuses rigides internes, recouvrant chaque graine à la partie supérieure et se prolongeant sans discontinuité sous l'épiderme interne de l'écaille pour former le système de soutien de l'aile séminale (29-33, *fg*).

L'appareil tégumentaire de l'écaille séminifère est faiblement représenté dans les parties de l'organe qui ne sont pas exposées à l'air. Les cellules épidermiques de ces régions restent minces et cellulosiques (48, *ep*). A mesure qu'on se rapproche des parties aériennes de l'écaille, on voit une cuticule apparaître et certaines cellules se prolonger en poils qui s'épaississent et se cutinisent d'autant plus fortement

qu'ils sont plus rapprochés du sommet de l'organe (49, *p*).

De nombreux stomates interrompent l'épiderme externe au sommet aérien de l'écaille (49, *st*).

d. *Déhiscence du cone.* — La maturation est annuelle. A l'automme, lorsque les graines sont arrivées à maturité, on voit le cone, toujours dressé, augmenter de volume en apparence. Les sommets d'écailles se bombent légèrement, puis ces écailles se recourbent à l'extérieur, la torsion affectant à la fois le pédicule et la portion de l'écaille libre correspondant à la base de l'aile séminale.

Les graines se détachent par le haut et par le bas, retenues en dernier lieu par le faisceau vasculaire (Pl. III, 37).

A ce moment, l'agrégation tout entière devient très friable et le moindre heurt provoque l'écroulement de l'édifice. Les écailles tombent, les unes déjà privées de leurs graines emportées par le vent, les autres les entraînant dans leur chute pour s'en séparer ensuite.

La disposition et la structure du tissu de soutien permettent d'expliquer le mécanisme de cette déhiscence.

La dessiccation des écailles amène un retrait général du parenchyme, qui perd sa turgescence. Le retrait élémentaire est surtout accentué pour les cellules à mucilage qui occupent, comme on l'a vu, le tiers supérieur de l'écaille. Si l'on observe que, dans cette même région, la lame vasculaire occupe la portion externe du mésophylle et que le système rigide qu'elle constitue est encore renforcé par les fibres scléreuses, on voit que le retrait du parenchyme a pour résultat une légère courbure à concavité interne (Pl. III, 37 *ci*). Cette courbure apicale est peu accentuée : elle provoque une première disjonction des écailles. L'accès de l'air, se trouvant facilité par cette première ouverture, la dessiccation s'accentue dans les régions basilaires. Là, le retrait du parenchyme interne desséché ne peut exercer aucun effet actif sur le puissant massif antagoniste que constituent les faisceaux ligneux et les fibres sous-jacentes. En outre, la lignification des éléments de ce système de soutien, décrois-

sant de l'intérieur à l'extérieur (les fibres les plus externes sont presque entièrement cellulosiques), nous explique que les différentes couches du massif se comportent inégalement à la dessiccation. Le retrait, nul ou presque nul pour le système ligneux des faisceaux, s'accentue vers l'extérieur, où il atteint son maximum au voisinage de l'épiderme. Si l'on ajoute que les fibres les plus externes sont aussi, grâce à leur faible diamètre, les plus nombreuses, on comprend que la dessiccation de ce système mécanique ait pour effet de provoquer dans l'écaille une forte courbure à concavité externe (37, *ce*). Cette courbure achève la disjonction des écailles et provoque la rupture du pédicule à sa base.

A ce moment, en effet, l'axe du cone est lui-même desséché ; le parenchyme cortical se rétracte ; il en est de même de la petite portion du pédicule qui précède le talon de la bractée, de sorte que le seul soutien de l'écaille est constitué par le système vasculaire des appendices. Ce système, peu développé, se rompt au moindre effort et les écailles tombent, avec leur bractée, laissant, sur l'axe dressé, des mucrons irréguliers formés des tronçons des faisceaux rompus (39).

Quant à la mise en liberté des graines, elle est, de même, favorisée par le mouvement de courbure externe de l'écaille. Elle s'effectue par rupture du tissu commun à la graine et l'écaille, suivant les points de moindre résistance. C'est au voisinage de la coque scléreuse de la graine et de la lame fibreuse de l'aile que se rompt le parenchyme lacuneux sous-jacent, sans qu'il y ait formation d'une lame subéreuse comparable à celles qui président ordinairement à la mise en liberté des formations caduques (feuillets de rhytidome, feuilles annuelles, etc.).

II. — Des recherches analogues ont été faites sur douze espèces et variétés de ces espèces (1). [L'*Abies Fortunei*

(1) *A. Nordmanniana* Spach, *A. pectinata* DC., *A. cephalonica* Lk., *A. numidica* de Lannoy, *A. Pinsapo* Boiss., *A. cilicica* Carr., *A. Fraseri* Lindl.,

(*Keteleeria Fortunei* Carr.) sera l'objet d'une étude spéciale exposée plus loin.] Les caractères communs entre ces espèces et l'*A. Nordmanniana* sont les suivants :

1° Une gaine parenchymateuse unique (*pédicule*) unit la bractée et l'écaille assez loin de l'axe, jusqu'au niveau d'insertion vasculaire des graines environ. Ce pédicule est décurrent en dessous et forme un talon, sans contact avec l'axe, et représentant la portion basilaire de la bractée.

2° Le système vasculaire de l'axe et des appendices présente même disposition et même structure. L'arc supérieur, représentant à l'origine le système vasculaire de l'écaille, s'ouvre dans le pédicule, et se disloque en faisceaux, à section ovale, *à cambium plat ou très peu arqué.*

3° Le système sécréteur (canaux) du cone forme un ensemble ramifié ; celui des écailles se relie à celui de l'axe par une paire de canaux insérés sur les canaux caulinaires, symétriquement de part et d'autre, et un peu au-dessous, du système vasculaire des appendices.

Les canaux caulinaires, sur lesquels s'insèrent les canaux appendiculaires, sont disposés en un cercle (1) dans le parenchyme cortical de l'axe. Leur trajet longitudinal est en relation avec la disposition cyclique des écailles, et leur nombre égal au dénominateur de la fraction de divergence du cone (2).

La paire appendiculaire originelle fournit presque immédiatement deux branches montantes qui embrassent l'arc vasculaire supérieur et donnent deux canaux horizontaux

A. balsamea Mill., *A. nobilis* Lindl., *A. grandis* Lindl., *A. concolor* Lindl., *A. Webbiana* Lindl.

(1) L'*A. pectinata* offre, outre ce cercle normal, sur lequel s'insèrent les canaux appendiculaires, d'autres canaux plus petits, disposés sans ordre au voisinage du liber. Ces canaux n'ont pas de relations avec les premiers.

(2) Pour le plus grand nombre des espèces, la fraction de divergence est, comme chez l'*A. Nordmanniana*, $\frac{8}{21}$, D. ou S. (le sens de la spire ne change rien aux conclusions précédentes) ; quelques espèces (*A. nobilis, A. Webbiana*) offrent la divergence $\frac{13}{34}$: ces espèces présentent donc 34 canaux caulinaires.

au-dessus de cet arc. Il peut arriver que ces deux branches montantes s'anastomosent en formant un arc complet d'où se détachent les deux canaux horizontaux supérieurs, symétriquement placés de part et d'autre du plan vertical médian de l'écaille. Cette anastomose se produit ordinairement lors des derniers stades de maturation du cone dans le plus grand nombre des espèces. Elle est constante dès le jeune âge du cone chez les *A. nobilis*, *A. concolor* et variétés (et peut-être chez d'autres espèces parmi celles que nous n'avons pu étudier) : mais ici la paire appendiculaire supérieure est remplacée par un seul canal médian qui se relie au sommet de l'arc formé par les deux branches montantes. Il en résulte que, chez ces espèces, la section transversale du pédicule, tangente à l'axe du cone, présente trois canaux, deux inférieurs et un supérieur, médian ; chez les autres espèces, on trouve, au même niveau, quatre canaux, deux inférieurs et deux supérieurs, disposés symétriquement par rapport au plan vertical médian de l'écaille.

La disposition des canaux dans la bractée et dans l'écaille est celle qui a été décrite pour l'*A. Nordmanniana*.

4° L'appareil de soutien offre partout la disposition générale déjà décrite. L'analogie est complète pour la région basilaire où s'étale le *tissu de déhiscence*. Dans la région moyenne et au sommet de l'écaille, on constate quelques différences, selon les espèces, dans le développement du sclérenchyme rigide externe et interne. Ces différences portent sur le nombre et le groupement des fibres et autres éléments de ce tissu de soutien. Partout il se montre lâchement uni, ne formant pas de lames continues comme nous en trouverons dans d'autres genres de la tribu.

5° Le parenchyme de l'écaille présente des cellules à mucilage dans les deux tiers supérieurs de l'organe. Elles semblent jouer un rôle dans la déhiscence.

En résumé, ce genre nous a paru très homogène quant à la constitution anatomique du cone. Nous croyons cependant que l'étude de toutes les espèces ou variétés connues per-

mettrait d'établir au moins des sections dans ce genre (nombre des canaux caulinaires, origine des canaux appendiculaires, développement du sclérenchyme, etc.).

Nous nous sommes longuement étendu sur cette première description, parce que le genre *Abies* présente des caractères très nets que nous retrouverons, plus ou moins modifiés, dans les autres genres de la tribu des Abiétinées. Les descriptions suivantes se trouveront par suite abrégées.

§ II. — **Keteleeria** CARRIÈRE.

L'autonomie de ce genre, créé par Carrière en 1867 (1) pour une espèce chinoise rapportée par Fortune, *Abies Fortunei* A. Murr., a été de nouveau affirmée par plusieurs botanistes, notamment par Pirotta (2) en 1890 et van Tieghem (3) en 1891, d'après des caractères anatomiques puisés dans la structure des organes végétatifs.

En 1887, L. Beissner (4) dans son Catalogue des Conifères, range, à côté de l'espèce type de Carrière, deux autres Sapins chinois : *A. Davidiana* Franch. et *A. sacra* Franch., mais avec quelque réserve.

I. KETELEERIA FORTUNEI CARR.

Syn. *Pinus Fortunei* Parl.
Abies Fortunei A. Murr.
Pseudotsuga jezoensis Bertrand.

Nous n'avons pas eu de cone entier à notre disposition, mais seulement quelques écailles mûres desséchées et privées de leurs graines.

(1) Carrière, *Traité général des Conifères*, 1867.
(2) Pirotta, *Ann. d. Istit. bot. di Roma*, IV, 1890.
(3) Van Tieghem, *Bull. Soc. bot. Fr.*, 1891.
(4) L. Beissner, *Handbuch der Coniferen Benennung*, 1887.

APPENDICES.

Comme chez les *Abies*, l'organe est double à l'origine, l'écaille et sa bractée se trouvant réunies dans une même gaine de parenchyme.

La portion du pédicule qui correspond à la bractée est très développée, formant, en dessous, un talon étroit et prolongé, muni de deux ailes latérales à sa partie médiane. Ce talon rappelle par sa forme celui des *Abies*, mais le mauvais état des échantillons ne nous a pas permis de voir s'il se relie à l'axe ou s'il en est distinct.

a. *Appareil vasculaire.* — A l'origine du pédicule, le double système vasculaire des appendices comprend le faisceau de la bractée, grêle, divisé en deux branches accolées comme chez les *Abies*, et un système supérieur bien développé, formé d'un anneau libéroligneux complètement fermé. Seule, l'asymétrie de cet anneau, par rapport à son axe, montre qu'il représente un arc fermé par le bas. (Pl. VI, fig. 56.)

Plus haut, l'anneau s'ouvre et s'étale en un arc large et bien développé. Au-dessous de cet arc, le cambium se prolonge en deux ailes latérales dans le parenchyme et donne une mince lame libéroligneuse, qui réunit ces ailes avec une orientation inverse de celle de l'arc superposé. (Pl. VI, 57.) Le manque d'échantillons jeunes nous a empêché d'étudier la genèse de cette formation vasculaire inférieure, qui nous a semblé prendre naissance après la différenciation complète de l'arc.

Sous les graines, l'arc s'étale et se disjoint en émettant des faisceaux séminaux assez développés. Cette portion subséminale de la lame vasculaire n'est pas disposée, comme chez les *Abies*, en un arc régulièrement incurvé à l'extérieur. Ici, la courbe totale se décompose en trois arcs distincts à courbure inverse, le médian sous la carène, les latéraux sous les graines (Pl. VI, 58, 59). Le reste de la division, dans la portion élargie de l'écaille, se fait comme chez

les *Abies*, mais la structure intime du faisceau est différente ; le cambium, prenant de fréquentes cloisons radiales, s'étend peu à peu en gouttière dans le parenchyme voisin, de sorte que le faisceau, définitivement accru, présente en section transversale l'aspect d'un éventail. (Pl. VI, 12).

Nous retrouverons, d'ailleurs, cette structure typique du faisceau adulte chez toutes les espèces à écailles persistantes (sauf *Tsuga*).

Dans le tiers supérieur de l'écaille, sur les flancs de chaque faisceau, se forme un tissu vasculaire de transfusion. Il termine le faisceau au sommet, comme chez les *Abies*, mais il en diffère par les ponctuations de ses cellules qui présentent seulement des aréoles. (60.)

Considéré, non plus dans la largeur, mais dans l'épaisseur de l'écaille, le trajet du système vasculaire se montre oblique. Localisé vers la face interne jusqu'à la moitié de l'organe environ, il gagne au sommet la région externe, de sorte que, dans l'espace intermédiaire, il se trouve, à un niveau donné, à égale distance des deux faces de l'écaille. Ce niveau correspond à peu près aux 2/3 de l'organe.

C'est la disposition déjà signalée pour les *Abies*, mais beaucoup plus nette et plus accentuée.

b. *Appareil sécréteur.* — A l'origine, la disposition des canaux a des traits communs avec celle des Sapins. Deux canaux sont entraînés dans la bractée de part et d'autre du faisceau (un peu au-dessous) ; un système supérieur de canaux se ramifie dans l'écaille. L'origine de ce système sur les caulinaires de l'axe nous est inconnue ; mais il nous a paru se diviser, dès la base, en branches qui se distribuent sans ordre dans le parenchyme, *au-dessus* et *au-dessous* du système vasculaire (on sait que, chez les *Abies*, les canaux sont localisés au-dessus du système vasculaire, au moins jusqu'au niveau d'insertion des graines). Ces canaux conservent cette disposition irrégulière dans tout le parenchyme de l'écaille (Pl. VI, 56, 57, 58, 59.)

Moins nombreux dans le tiers supérieur de l'organe où ils finissent par s'éteindre, ils sont remplacés au sommet par un système surnuméraire de canaux qui prennent naissance au voisinage de l'épiderme externe.

Le parenchyme des écailles présente des cellules à mucilage. Mais ici leur développement en nombre est incomparablement plus considérable que chez les Sapins. Dans les organes mûrs que nous avons eus à notre disposition, elles constituaient à elles seules la majeure partie du parenchyme. (Pl. VI, 59).

Leur distribution est irrégulière dans le pédicule et au milieu de l'écaille; mais, au sommet, dans la région où, comme nous l'avons dit plus haut, les faisceaux se rapprochent de la face externe, ces cellules se groupent presque exclusivement sur la face interne de l'organe. (58.)

c. *Appareil de soutien et de protection.* — Un tissu de soutien se différencie dans le parenchyme externe et interne de l'écaille. Mais une différence importante intervient si on le compare à celui des *Abies*. Prenant naissance non plus à base de l'organe, mais plus haut, après l'insertion vasculaire des graines, il est formé de fibres rondes très épaisses, lignifiées, lâchement unies en îlots avec méats, rappelant, en un mot, les fibres de la région supérieure de l'écaille chez les Sapins.

Ce tissu nous semble donc, par sa disposition et la structure de ses éléments, ne jouer, dans l'écaille, que le seul rôle d'appareil de soutien rigide. Il répond tout entier à la portion supérieure du sclérenchyme chez les *Abies*.

Le retrait de la région basilaire, nécessaire pour produire l'ouverture de l'écaille, se trouve vraisemblablement rempli par le parenchyme et les cellules à mucilage qui, d'ailleurs, le constituent en partie.

Si l'on s'en rapporte à la distribution de ces cellules, le premier phénomène de déhiscence serait manifesté par la courbure interne du sommet de l'écaille (1) (localisation

(1) Cette courbure est très nette sur les écailles sèches.

des cellules à mucilage). La rétraction du parenchyme externe, très épais à la base de l'écaille, suffirait pour étaler l'organe et amener la dissémination des graines.

Il convient de dire que nous n'avons pas observé ces phénomènes directement comme chez les *Abies*. Ces réflexions nous sont dictées par la structure interne de l'écaille et sa comparaison avec les mêmes appareils chez les espèces précédentes.

Enfin, nous aurons terminé la description de cette écaille séminifère quand nous aurons mentionné une carène très développée, simple et épaisse à la base, plus mince et dédoublée en deux lames vers le sommet. Quelques faisceaux, détachés du système général, se rendent dans cette singulière carène dont il serait intéressant de suivre le développement chez des organes jeunes (Pl. VI, 57 et 58).

Toute l'écaille séminifère est revêtue, sauf en la région des graines et des ailes séminales, d'un épiderme épaissi et cutinisé. De nombreuses cellules se prolongent en poils.

En résumé, cette espèce, tout en offrant des points communs avec les *Abies*, se détache nettement de ce genre par la structure du fruit.

Elle offre de même des cellules à mucilage et des fibres scléreuses rondes, épaisses et lâchement unies. Mais l'abondance extrême de ces mêmes cellules mucilagineuses, la distribution des canaux dans tout le parenchyme dès la région basilaire de l'écaille, la structure originelle du système vasculaire et celle des faisceaux isolés, la forme et l'importance de la carène munie de faisceaux, l'absence de tissu fibreux de déhiscence, sont autant de caractères qui éloignent cette espèce des Sapins vrais.

Si l'on tient compte, d'autre part, de la grande homogénéité de structure des écailles de ces derniers, on verra que les caractères histologiques du fruit doivent être ajoutés à ceux que fait prévaloir la morphologie externe pour élever l'espèce précitée à l'état de genre distinct.

§ III. — Cedrus Link.

Ce genre comprend trois espèces généralement admises :

I. — CEDRUS LIBANI Barrelier.

Syn. *Pinus Cedrus* L.
Larix Cedrus Mill.
Abies Cedrus Poir.

1° CONE JEUNE.

La maturation des graines se faisant en deux ans, la description suivante se rapportera à un cone de première année :

A. Axe du cone.

a. *Système vasculaire.* — Le cercle vasculaire est formé de faisceaux distincts, inégaux, d'où se détachent les branches allant aux appendices. L'aspect de ces départs vasculaires n'est pas le même que chez les *Abies:* De même que dans ce dernier genre, deux systèmes distincts se rendent de l'axe aux appendices, mais le système supérieur est constitué, chez les *Cedrus*, par un faisceau unique qui, détaché de l'un des réparateurs voisins du foliaire subit une rotation de 180° pour se disposer, trachées en bas, au-dessus du faisceau foliaire destiné à la bractée. Ces deux faisceaux simples, l'inférieur très grêle, le supérieur plus développé, traversent le parenchyme cortical pour entrer ensemble dans une même gaine parenchymateuse, qui constitue le pédicule des deux appendices.

Leur trajet est légèrement montant, de sorte que les sections transversales successives de l'axe montrent, à chaque départ, la section oblique de deux faisceaux inégaux, à trachées en regard, et contenus dans un même plan passant par

l'axe géométrique du cone. Le petit faisceau est le plus externe, c'est celui de la bractée (74).

Chez les *Abies*, de semblables sections transversales présentent, comme on sait (Pl. III, 41), deux faisceaux latéraux, à trachées en regard, se reliant aux deux réparateurs voisins du foliaire, et, lorsque la section intéresse ce dernier, il est compris entre les deux autres dans le plan médian passant par l'axe. Un seul réparateur suffit à innerver l'écaille chez les *Cedrus;* deux réparateurs concourent au même but chez les *Abies*. Asymétrique chez les *Cedrus*, l'origine du système est symétrique chez les *Abies*.

b. *Canaux sécréteurs.* — Un cercle de canaux sécréteurs caulinaires se dispose dans le parenchyme cortical comme chez les Sapins. Leur nombre est égal à 21. Si l'on étudie leur trajet longitudinal, on constate qu'ils ont une course analogue à celle qui a été décrite pour ce dernier genre. Mais en observant avec soin les insertions successives comprises dans une même paire de canaux, on voit que ces insertions, au lieu d'être rigoureusement disposées suivant une génératrice du cylindre, décrivent une spirale qui s'en écarte plus ou moins. Cet écart est d'autant plus marqué que le cône est plus âgé. Si l'on remarque, d'autre part, que, dans ce genre, les surfaces d'insertion sur l'axe sont contiguës, on comprend que cette divergence est simplement le résultat mécanique de la croissance du cône. Les pressions élémentaires, qui résultent du développement de chaque insertion, se traduisent par une torsion générale de l'axe, proportionnelle à ce développement. La torsion transforme les génératrices du cylindre en spirales très relevées, c'est-à-dire faisant un très grand angle avec l'horizontale.

Une conséquence immédiate de ce phénomène est la variation de la fraction de divergence du cone, si l'on s'en rapporte à l'observation macroscopique directe. Mais les remarques précédentes montrent que cette nouvelle fraction doit être rejetée comme ne représentant pas la disposition originelle des écailles. Cette dernière est donnée, à tout âge

du cone, par la numération (1) des canaux sécréteurs caulinaires.

Chez le *Cedrus Libani*, la fraction de divergence originelle est donc $\frac{8}{21}$.

Le mode d'origine des canaux appendiculaires sur les caulinaires est analogue à celui qu'on rencontre chez quelques espèces d'*Abies* (Sapins à trois canaux appendiculaires à l'origine du pédicule). Une paire appendiculaire principale se relie aux canaux caulinaires, un peu au-dessous du système vasculaire des appendices. Un canal médian, localisé au-dessus du faisceau supérieur, se relie aux caulinaires par une bifurcation descendante. Cette bifurcatien représente l'arc qui, chez certains *Abies*, descend beaucoup plus bas pour se relier à la paire appendiculaire inférieure. Le *Cedrus Libani* offre d'une manière constante la fusion basilaire de cet arc avec les caulinaires. On se rappelle qu'une semblable fusion peut se présenter chez les *Abies*.

B. Appendices.

Comme chez les Sapins, l'écaille et la bractée mère sortent de l'axe dans une même gaine de parenchyme. Toutefois, le pédicule est fort court, la bractée étant elle-même tout à fait rudimentaire.

a. *Appareil vasculaire.* — D'après ce qui a été dit plus haut, le système vasculaire des appendices sort dans le pédicule sous l'aspect de deux faisceaux simples superposés, à trachées en regard. L'inférieur grêle, destiné à la bractée, s'éteint dans le pédicule avant même que cette bractée ne soit différenciée au dehors en organe libre. Cette dernière se détache un peu plus loin sous la forme d'une petite languette parenchymateuse privée de faisceau et de canaux sécréteurs (Pl. VI, 62, 63).

(1) On arriverait au même résultat par l'étude anatomique de la course des faisceaux, mais on sait combien cette étude est longue et laborieuse.

Cette ultime réduction de la bractée s'explique par l'agrégation des écailles qui se montrent plus serrées chez les Cèdres que chez tout autre genre de la tribu. Les surfaces d'insertion sur l'axe sont en effet contiguës et l'épiderme des pédicules et de la base horizontale des écailles se prolonge en poils qui s'appliquent et complètent le contact des organes protecteurs des graines (Pl. VI, 17).

Vers le tiers de la longueur de la graine, le faisceau supérieur unique se bifurque en deux branches qui donneront, à la hauteur de l'insertion vasculaire des graines, le petit faisceau qui innerve chacune d'elles (64). Comme chez les *Abies*, le faisceau séminal se divise, à la chalaze, en deux branches qui descendent dans le tégument parallèlement à la surface d'adhérence des graines avec l'écaille.

Peu après la première bifurcation du système vasculaire supérieur de l'écaille, l'une des branches détache un faisceau qui se dispose dans le plan vertical médian de l'organe et reste ensuite très longtemps simple. Les deux faisceaux latéraux donnent ensuite, par des dichotomies répétées, le reste de la lame vasculaire qui nourrit l'écaille. Cette lame digitée reste incurvée en un arc à concavité externe jusqu'au niveau du coude de l'écaille ; puis l'arc se redresse et prend, daus le reste de l'organe, une courbure inverse (64-70).

b. *Canaux sécréteurs.* — Au nombre de trois à l'origine du pédicule, deux inférieurs latéraux et un supérieur médian (62-63), ces canaux subissent un sort différent dans l'écaille. Le canal médian diminue de diamètre dans la carène à peu près jusqu'au niveau d'insertion vasculaire des graines, puis il s'éteint (62-65). Il n'est donc pas en relation avec le système sécréteur de la partie étalée de l'écaille, comme cela se produit chez les *Abies*, même pour les espèces qui ne présentent dans la carène qu'un seul canal supérieur médian (*A. nobilis*, etc.).

Les deux canaux latéraux (paire inférieure) suivent d'abord l'écartement du faisceau supérieur lors de sa bifurcation première, puis donnent des branches latérales qui se divisent

elles-mêmes, de sorte que cette lame fasciculée de canaux sécréteurs se dispose, en se divisant, dans le parenchyme externe. Jusqu'au sommet de l'écaille, le système sécréteur reste localisé du côté ligneux du système vasculaire (65-70).

2° CONE ADULTE.

Le cone mûrit en deux ans, mais sa déhiscence ne correspond pas toujours à la maturité des graines et l'on trouve fréquemment des strobiles qui n'achèvent de disséminer leurs écailles et leurs graines que la troisième ou la quatrième année.

A. AXE DU CONE.

Tout le parenchyme conjonctif de l'axe (parenchyme médullaire, rayons, parenchyme cortical) épaissit ses membranes et les lignifie fortement. Ce phénomène apparaît vers la fin de la seconde année. Les faisceaux libéro-ligneux s'accroissent peu et ne confluent pas, comme chez les *Abies*, en un réseau compact. La sclérose du parenchyme suffit à la fonction de soutien.

B. APPENDICES.

L'écaille seule est bien développée à la maturité ; la bractée, atrophiée, ne devient le siège d'aucune différenciation spéciale.

a. *Appareil vasculaire.* — Les faisceaux de l'écaille restent grêles ; ils ont, comme chez les *Abies*, un cambium plat ou très peu arqué (Pl. VII, 72) et se terminent au sommet par un tissu vasculaire aréolé.

De la base au sommet, mais surtout à partir du coude de l'écaille, la lame vasculaire digitée que forment ces faisceaux se montre très rapprochée de la face interne de l'écaille (68-70).

b. *Appareil sécréteur.* — Les canaux conservent dans le cône adulte le trajet précédemment décrit. Quelques-uns d'entre eux augmentent leur diamètre en multipliant, par des cloisons radiales, leurs cellules de bordure. Il arrive

alors fréquemment que cet accroissement provoque la fusion de canaux très voisins en poches irrégulières où s'accumule le produit de sécrétion. Ce phénomène se rencontre surtout dans la région basilaire de l'écaille, en deçà du coude de l'organe (68).

c. *Appareil de soutien et de protection.* — De même que pour l'axe du cône, le parenchyme du pédicule et de la région basilaire de l'écaille épaissit ses membranes et les lignifie (71). Dès le niveau d'insertion sur l'axe, le parenchyme lignifié du pédicule offre une différenciation : dense et formé de cellules courtes à la périphérie, il se montre constitué, autour du système vasculaire, par de longues cellules contournées et enchevêtrées, limitant de nombreux méats. Cette structure se prolonge jusqu'au delà de la bifurcation du faisceau supérieur et l'on retrouve ce tissu lacuneux dans les deux bourrelets latéraux (65-67) qui flanquent, de part et d'autre, le système vasculaire de l'écaille. Ces bourrelets semblent être les représentants, plus développés, des gonflements latéraux déjà signalés dans l'écaille des Sapins. Ils ont pour objet de remplir les vides laissés entre les graines et les écailles voisines.

Dès le niveau d'insertion vasculaire des graines, le parenchyme épaissi, à éléments courts, observé à la base du pédicule, est remplacé par un massif fibreux dont les éléments augmentent de diamètre de l'extérieur à l'intérieur. Ce tissu est adossé à l'épiderme externe, épaissi lui-même et lignifié, et s'étend jusqu'à la pointe des faisceaux. Il est comparable à celui qu'on observe à la base des écailles d'*Abies*.

Plus haut, un peu avant le coude de l'écaille, alors que la lame vasculaire est déjà nettement divisée en faisceaux sensiblement égaux, et que les canaux sécréteurs, devenus nombreux, sont abondamment distribués dans la région sous-ligneuse, un nouveau tissu apparaît au sein du sclérenchyme (68, *fm*).

Ce tissu est formé de fibres longues, légèrement sinueuses (73), se distinguant nettement des éléments voisins par la

nature de leur membrane qui est épaisse et formée d'une cellulose modifiée présentant les réactions des mucilages (1). Ces fibres forment, dans l'épaisseur de l'écaille, une lame qui, mince au début et localisée dans la région médiane du massif fibreux basilaire (68, *fm*), s'accroît progressivement en épaisseur et occupe, à partir de la base de l'aile, toute la région comprise entre les canaux sécréteurs et l'exoderme. (69 et 72).

La liaison de cette lame avec le tissu fibreux superposé ne se fait pas brusquement ; les deux tissus se pénètrent mutuellement par des tractus irréguliers de leurs éléments respectifs ; et, si l'on considère la nature des parois cellulaires du tissu total, depuis les trachées des faisceaux jusqu'à l'épiderme externe de l'écaille, on trouve une transition insensible entre les éléments lignifiés à section large, qui avoisinent le système vasculaire, et les éléments à section étroite de la lame fibro-mucilagineuse externe. Cette différenciation atteint son maximum vers le milieu de l'aile de la graine ; elle cesse au sommet de cette aile.

Au delà et dans le reste de l'écaille, le sclérenchyme se montre sous la forme de fibres rondes à large section, fortement lignifiées, accompagnées de sclérites épaisses, isodiamétriques, à ponctuations linéaires, tous éléments isolés ou unis en petits îlots. C'est un sclérenchyme lâche, comparable à celui qu'on observe chez les *Abies*.

Dans le parenchyme interne, extrêmement réduit en épaisseur, de semblables éléments se différencient sous les ailes des graines. Les sclérites courtes dominent (72).

Au sommet de l'écaille, la sclérose des éléments s'accentue et atteint même certaines cellules non épaissies du parenchyme.

Comme il a été dit plus haut, le contact des écailles à la base est assuré par les cellules épidermiques prolongées en poils courts qui s'appliquent par leur sommet ou s'enche-

(1) La paroi se colore rapidement et énergiquement par le rouge de ruthénium (Mangin). Elle reste incolore après l'action du carmin boraté.

vêtrent. Ces poils sont épaissis et lignifiés (71). Plus haut, vers le niveau du coude de l'écaille et au delà, les poils des régions non aériennes sont, au contraire, longs et souples. Ce n'est qu'après leur exposition à l'air, lors de l'ouverture du cône, qu'ils subissent eux-mêmes une subérification externe de leur membrane. Enfin, les poils aériens, au sommet des écailles, se montrent plus épaissis et plus fortement cutinisés que ceux des écailles des Sapins.

Déhiscence du cone. — L'ouverture du cône et la dissémination des graines et des écailles caduques s'effectuent lentement. La partie mince des écailles, presque parallèle à l'axe (car le pédicule est perpendiculaire à cet axe et le coude à angle droit), s'écarte d'abord, puis se récurve vers l'extérieur en formant un arc de cercle semi-circulaire. Cette courbure accentuée se manifeste successivement chez les écailles, du sommet à la base du cône. Elle est le résultat du retrait considérable qui affecte la face externe de l'organe par suite de la dessiccation de la lame fibro-mucilagineuse. Le maximum de courbure correspond au niveau de plus grande différenciation de ce tissu, c'est-à-dire au milieu de l'aile séminale environ.

Le premier résultat mécanique de cette courbure est de détacher l'aile de la graine.

Les écailles terminales stériles du cone ne prennent pas part à la déhiscence. Leur réunion apicale forme, au-dessus de la terminaison de l'axe lui-même, un petit bouquet qui reste compact et qui, isolé au sommet du cône par la courbure externe des écailles fertiles sous-jacentes, se détache tout d'abord par rupture de l'extrémité de l'axe. Dès lors, la dessiccation s'accentuant de plus en plus, le redressement de chaque écaille atteint le coude lui-même et provoque le soulèvement de l'organe. Le pédicule desséché se rompt au niveau d'insertion sur l'axe et les écailles tombent, soit isolées, soit par groupes encore unis et entraînant les graines, lorsque ces dernières n'ont pas été enlevées par le vent.

En résumé, le principal agent de la déhiscence complexe

du cône de *Cedrus* est la lame fibro-mucilagineuse externe. Son action se trouve complétée par la dessiccation générale du tissu scléreux du pédicule et de l'axe, tissu qui devient friable et se rompt, au moindre effort, en ses points de moindre résistance.

Cette rupture est irrégulière et entraîne, adhérentes au pédicule, des portions du parenchyme cortical de l'axe.

Des expériences directes nous ont permis de constater le rôle actif que joue le tissu fibro-mucilagineux pour la déhiscence du cône. Des coupes transversales à faces parallèles, d'épaisseur notable, un millimètre par exemple, sont abandonnées à la dessiccation lente. On constate, au bout de quelques jours, que l'épaisseur de ces coupes a subi un retrait qui, à peu près nul vers la face interne de l'écaille, atteint, à la face externe, le cinquième et souvent le quart de l'épaisseur primitive.

Le retrait prend d'ailleurs des valeurs décroissantes de l'extérieur à l'intérieur, de sorte que le fragment primitif à faces parallèles prend finalement la forme d'un coin.

On comprend que des actions élémentaires aussi marquées produisent l'intense courbure manifestée par les écailles mûres des Cèdres.

Ces phénomènes s'observent de même chez les *Abies*, mais le retrait est beaucoup plus faible.

II. — CEDRUS ATLANTICA Manette.

Nous avons constaté, dans cette espèce, les mêmes caractères anatomiques que chez le *C. Libani*.

C'est un argument important à ajouter à ceux que font prévaloir les botanistes qui ne voient dans cette prétendue espèce qu'une simple variété.

III. — CEDRUS DEODARA Loud.

Il n'en est pas de même chez le *C. Deodara*, dont les

cônes présentent, outre les caractères généraux décrits pour le *C. Libani*, les particularités suivantes :

A. — Axe du cone.

a. *Canaux sécréteurs.* — Le bois secondaire de l'axe du cone possède des canaux sécréteurs (75).

Ces canaux prennent naissance dans le méristème dès la première année, et, le plus souvent, les couches voisines contemporaines restent formées de cellules à parois minces non lignifiées. Puis, de nouveaux vaisseaux se forment au-dessus, englobant le canal avec l'îlot parenchymateux qui l'entoure.

Nous n'avons pas constaté le passage de ces canaux dans l'écaille, comme cela se rencontre parfois dans le genre *Pinus*.

Les canaux corticaux caulinaires sont disposés comme chez le *C. Libani*, mais leur diamètre moyen est plus considérable (75).

b. *Tissu de soutien.* — De longues fibres fusiformes à large section se différencient de bonne heure dans le parenchyme cortical (75). Il en est de même dans la moelle, où ces sclérites sont plus nombreuses et de section plus étroite.

Ces éléments accompagnent les appendices à leur sortie assez loin dans le pédicule.

B. — Appendices.

Le faisceau de la bractée est plus développé que chez le *C. Libani.*

L'ensemble de ces caractères carpologiques suffirait, à défaut de ceux que fournit déjà la morphologie externe, pour considérer le Cèdre de l'Himalaya comme une espèce distincte.

La présence des canaux dans le bois de l'axe est surtout remarquable ; et, si l'on observe que cette même particularité se retrouve, comme nous le verrons plus loin, chez certaines espèces du genre *Pinus*, où l'on peut lui donner la valeur d'un caractère de section du genre, ce même caractère de section serait applicable au genre *Cedrus*.

En résumé, la disposition originelle du système vasculaire de l'écaille, et celle des canaux sécréteurs, la différenciation profonde d'un tissu dorsal servant à la déhiscence du cône, constituent des caractères carpologiques internes propres au genre *Cedrus :*

1° Le système vasculaire de l'écaille est formé, à l'origine, d'un faisceau simple relié à l'un des réparateurs voisins du foliaire. Ce dernier (faisceau de la bractée mère), est de même simple, grêle, et s'éteint rapidement dans le pédicule.

2° Trois canaux sécréteurs se détachent du système caulinaire pour entrer dans les appendices.

Le médian supérieur disparaît après l'insertion vasculaire des graines et ne concourt pas à former le système sécréteur de la partie dilatée de l'écaille. La paire inférieure donne seule ce système sécréteur, qui reste localisé dans le parenchyme externe de l'organe jusqu'à son sommet.

La bractée mère, très réduite, ne reçoit pas de canaux.

3° Une lame fibro-mucilagineuse se différencie, avant la maturité, dans la région de l'écaille extérieure aux faisceaux ; cette lame s'étend depuis le niveau d'insertion vasculaire des graines jusqu'au sommet de l'aile séminale. Elle joue un rôle important dans la déhiscence, lors de la dessiccation du cône.

§ IV. — **Tsuga** Carrière.

On décrit cinq espèces environ appartenant à ce genre.

I. — TSUGA CANADENSIS Carr.

1° CONE JEUNE

A. Axe du cone.

De bonne heure, le cercle vasculaire se présente en anneau continu, interrompu seulement par les départs du système vasculaire des appendices. Dans cette espèce, la fraction de

divergence est 2/5 et le trajet des canaux caulinaires s'effectue comme chez les *Abies* (76).

B. Appendices.

Comme chez les genres précédents, l'écaille et la bractée naissent ensemble en une insertion double à gaine parenchymateuse commune et à systèmes vasculaires distincts. Mais ici le pédicule est très court et, presque immédiatement à la sortie de l'axe, au niveau du micropyle des graines environ, la bractée mère commence à s'isoler. Pour chacun des deux organes, la différenciation des épidermes en regard se fait, comme chez les *Abies*, suivant un poche médiane qui laisse, de chaque côté, deux bandes de parenchyme. Ces bandes continuent l'union de l'écaille et de la bractée, puis elles disparaissent elles-mêmes un peu avant le niveau d'insertion vasculaire des graines, de sorte que, extérieurement, le pédicule semble exister jusqu'à ce niveau ; en réalité, la séparation commence, comme on voit, beaucoup plus près de l'axe, mais elle est dissimulée (76, 78).

La bractée séparée est large et mince ; elle entraîne deux canaux sécréteurs de chaque côté d'un faisceau simple et très réduit.

La carène est bien développée, décurrente sur l'axe vers le haut, et sépare nettement les deux graines (76, 78).

a. *Appareil vasculaire.* — L'arc vasculaire supérieur, analogue à celui des *Abies*, et ayant même origine symétrique par rapport au faisceau foliaire, se divise après sa sortie de l'axe. Deux faisceaux, parmi les latéraux, envoient aux graines des branches vasculaires très nettes : ce sont de petits faisceaux qui ont une tendance marquée à former un cylindre dont les vaisseaux ligneux occupent le centre et le liber la périphérie (76-78-79).

b. *Canaux sécréteurs.* — Les canaux appendiculaires ont même origine que chez les *Abies*, mais leur division, comme celle du système vasculaire, est ordinairement précoce et débute dès le parenchyme cortical de l'axe. Ce phénomène

est dû sans doute à la brièveté du pédicule, car nous le retrouverons chez d'autres genres à pédicule court. Pour le *Tsuga*, il peut arriver que cette division précoce ne se produise pas, auquel cas la section du pédicule, tangente à l'axe, offre quatre canaux, comme dans la majorité des Sapins; mais, le plus souvent, cette section présente plus de quatre canaux.

La division continue dans l'écaille et donne une rangée de canaux qui, au lieu de rester localisés dans le parenchyme interne où ils ont pris naissance, en dedans des faisceaux, se placent régulièrement dans les espaces interfasciculaires, dès la région moyenne de l'écaille (80). Ils conservent cette localisation jusqu'au sommet.

2° CONE ADULTE

L'occlusion du cone se fait par le mécanisme déjà indiqué; des poils nombreux, longs, non lignifiés ou subérifiés et fournis par les cellules épidermiques des régions en contact, complètent cette occlusion (80-81).

a. *Appareil vasculaire.* — La maturation n'amène, dans les faisceaux libéro-ligneux, qu'un accroissement faible. Ils demeurent grêles (81) et le tissu de transfusion qui les termine au sommet est presque nul.

b. *Appareil sécréteur.* — Les canaux conservent, à l'état adulte, la disposition qu'ils offrent dans le cône jeune.

c. *Appareil de soutien.* — La faible résistance du système ligneux des faisceaux est, de bonne heure, compensée par la formation d'une lame fibreuse, qui prend naissance, dans le parenchyme externe, immédiatement au-dessous des trachées. Cette lame constitue, à la base, la presque totalité du tissu extérieur aux faisceaux (78); elle n'est séparée de l'épiderme externe que par 1-2 assises de cellules à parois minces. A mesure qu'on s'élève dans l'écaille, l'épaisseur de la lame diminue et comme elle reste appliquée aux faisceaux, le parenchyme externe gagne peu à peu en épaisseur (79,80). Dans la région moyenne de l'organe (vers le milieu de l'aile

environ), la lame scléreuse ne comprend plus que 1-2 assises de fibres, alors que le parenchyme externe offre une épaisseur de 5-6 assises de cellules.

La forme des éléments de ce sclérenchyme sous-ligneux est caractéristique : ce sont des fibres longues, fusiformes, à parois extrêmement épaissies ne laissant au centre qu'un étroit lumen. Des ponctuations canaliculées permettent la communication osmotique de ces fibres entre elles pendant la majeure partie de leur croissance ; elles finissent par s'oblitérer dans les dernières phases d'accroissement de la membrane. Ces fibres présentent une section polygonale dont les angles, légèrement arrondis dans la région basilaire du massif, admettent quelques minces méats dans la région moyenne et au sommet, les angles restent aigus et l'union des fibres entre elles est parfaite (Pl. VIII, 81).

Vers le sommet de l'écaille, la lame fibreuse se divise en îlots qui restent localisés sous le bois des faisceaux.

Quant au parenchyme externe, il devient lui-même, en partie, le siège d'une différenciation particulière : à partir de l'épiderme, les cellules se montrent épaissies et peu lignifiées. Il se forme ainsi une lame exodermique (81, *ex*) qui prend naissance vers le niveau d'insertion vasculaire des graines et atteint son maximum d'épaisseur dans la partie moyenne de l'écaille.

Sous les ailes séminales, le parenchyme interne de l'écaille épaissit très légèrement la paroi de ses cellules, sauf l'assise en contact immédiat avec la lame scléreuse de l'aile elle-même.

d. *Déhiscence du cone.* — Les écailles des cônes de *Tsuga* sont persistantes. C'est surtout à la lame exodermique externe que semble dévolue la fonction de déhiscence du cône. La lame scléreuse sous-ligneuse, fortement lignifiée, peu susceptible de retrait par dessiccation, est recourbée vers l'extérieur par le retrait de la lame externe. Ce mouvement est d'ailleurs peu accentué : il a pour siège la région moyenne des écailles qui s'entre-bâillent seulement pour la dissémination des graines.

II. — TSUGA BRUNONIANA Carr.

Les caractères anatomiques du cône de cette espèce diffèrent peu des précédents. Le sclérenchyme rigide est seulement plus développé. Outre la lame sous-ligneuse, une lame fibreuse interne renforce l'appareil de soutien de l'écaille.

En résumé, les caractères communs à ces deux espèces sont les suivants :

1° Distribution des canaux de l'écaille sur une seule rangée, entre les faisceaux qui alternent régulièrement avec eux;

2° Présence d'une lame continue de fibres très épaisses, polygonales, renforçant la lame vasculaire qui reste formée de faisceaux grêles.

On peut y ajouter le peu de développement du tissu de transfusion, le nombre et la longueur relative des poils épidermiques légèrement capités qui servent à l'occlusion du cône.

§ V. — **Pseudotsuga** Carrière.

Ce genre ne comprend qu'une seule espèce.

PSEUDOTSUGA DOUGLASII Carr.

Syn. *Pinus taxifolia* Lamb.
Abies Douglasii Lindl.
Picea Douglasii Link.

Les cones que nous avons eus à notre disposition ont été recueillis, les uns vers la moitié de la période de maturation (qui est annuelle), les autres à la maturité complète des graines.

Les cones très jeunes nous ayant fait défaut, la description suivante se rapportera au cône adulte.

A. Axe du cone.

Le système ligneux, comme c'est le cas chez les espèces à écailles persistantes, est fortement développé et forme un cylindre continu, interrompu seulement aux insertions des appendices. La disposition des canaux en un seul cercle et leur trajet longitudinal rappellent la disposition observée chez les *Abies*. Cette similitude est également applicable à l'origine du système vasculaire des appendices, mais une différence intervient quant au développement, qui est fortement accentué chez le *Pseudotsuga* (Pl. VIII, 83).

L'arc vasculaire est puissant et le faisceau foliaire destiné à la bractée prend lui-même un accroissement considérable. On sait que, dans cette espèce, la bractée est d'ailleurs très développée et qu'elle dépasse longuement l'écaille séminifère.

B. Appendices.

Le pédicule est court; la bractée s'isole par les bords et par la partie médiane; mais la poche ainsi formée est moins profonde que chez les Sapins (83). Cette base de bractée est d'ailleurs bien développée chez les *Pseudotsuga* et se trouve déjetée vers le bas par la croissance basilaire de l'écaille sus-jacente. Après la séparation, l'organe s'aplatit en une lame à section losangique et se continue telle jusqu'au sommet trifurqué de l'organe.

a. *Appareil vasculaire.* — Dans la bractée, le faisceau, très développé jusqu'au sommet de l'organe, est simple et accrû en éventail. Il s'augmente, dans le mucron terminal, d'un tissu vasculaire de transfusion, à cellules rayées et aréolées.

L'arc vasculaire supérieur, très puissant, se divise sous les graines et se ramifie ensuite dans la partie large de l'écaille, comme chez les *Abies*. Mais la structure du faisceau diffère. Accrû en éventail, suivant le mode décrit chez le *Keteleeria* il présente un système ligneux très développé, dont la rigidité s'accroît encore par la différenciation d'un paquet de fibres sclérifiées, à la pointe du bois primaire (Pl. VIII, 85).

Aux deux tiers de la longueur de l'écaille, commence à apparaître un tissu de transfusion qui se développe de plus en plus jusqu'au sommet du faisceau qu'il termine.

Formé de cellules dont les aréoles ovales ont leurs ouvertures externes presque linéaires, ce tissu prend naissance aux flancs du système ligneux et se développe en deux ailes, surtout du côté du liber. La forme générale des cellules ne diffère pas de celle des éléments du parenchyme ambiant, aux dépens duquel ce tissu de transfusion s'est directement différencié.

b. *Canaux sécréteurs.* — Les canaux appendiculaires présentent, comme chez les *Tsuga*, une division précoce qui en donne toujours un nombre supérieur à quatre sur la section du pédicule tangente à l'axe. Les deux canaux de la bractée mère sont sans doute comprimés et atrophiés de bonne heure par le tissu scléreux de la base de l'organe, car on ne les retrouve pas dans la partie inférieure de la bractée adulte. Ils n'apparaissent qu'au sommet extrême et jusque dans le mucron terminal (86).

Quant au système sécréteur de l'écaille, rigoureusement localisé dans le parenchyme interne (côté liber des faisceaux) jusqu'au niveau de l'insertion vasculaire, et même un peu au delà, il se divise en même temps que les faisceaux, et, lorsque ces derniers s'écartent, il donne des branches tangentielles qui vont, comme chez les Sapins, se distribuer dans la région externe du parenchyme. Au sommet, dans la région mince de l'écaille, ce système se réduit à une seule rangée de canaux placés en alternance avec les faisceaux.

c. *Appareil de soutien.* — Le système ligneux des faisceaux joue un rôle important dans la fonction de soutien des appendices. Il s'y ajoute, pour la bractée, un sclérenchyme interne formé de lames fibreuses continues, différenciées sous l'épiderme. Pour l'écaille, un massif fibreux naît dans le pédicule, entre le système vasculaire supérieur et le faisceau de la bractée (83). Il s'étale dans l'écaille et occupe, à la base de

l'organe, l'espace compris entre le système ligneux et l'épiderme externe. Les éléments de ce tissu sont des fibres allongées, à section polygonale, dont l'ensemble de la disposition et de la structure rappelle le tissu dorsal de déhiscence chez les *Abies*. Toutefois, ce tissu est plus développé chez les *Pseudotsuga*. Ajoutons que les parois des fibres sont formées de cellulose pure, sauf la lame mitoyenne et la paroi entière des éléments les plus internes, qui subissent une légère lignification.

Ce massif s'atténue en épaisseur jusqu'au milieu de l'écaille, où il est continué par 1-2 rangées de fibres arrondies, peu cohérentes, associées par petits groupes distincts.

Dans le parenchyme interne, dès le début de l'aile, deux lames scléreuses prennent naissance à quelque distance de l'épiderme (épaisseur de l'aile de la graine) de chaque côté de la carène (84, 85). Ces lames comprennent 2-4 rangées de cellules scléreuses courtes, épaissies, fortement unies, criblées de ponctuations linéaires. Au sommet extrême de l'écaille, au delà de l'aile de la graine, ces deux lames se rejoignent suivant la ligne médiane de l'écaille et se réduisent à 1-2 assises de cellules.

Enfin, l'ensemble de ce tissu de soutien s'additionne de sclérites irrégulières, à pointes multiples, distribuées sans ordre dans le parenchyme (85).

d. *Déhiscence*. — Comme chez les *Abies*, l'occlusion du cone par simple application des écailles est complétée par le développement de poils épidermiques enchevêtrés. Ces poils sont courts.

A la maturité, l'écaille se dessèche; le parenchyme perd sa turgescence, le tissu collenchymateux dorso-basilaire (84, *td*) produit, par son retrait plus considérable que celui de la lame ligneuse des faisceaux, le redressement de cette dernière. L'écaille s'écarte de l'axe. En même temps, le parenchyme de la région moyenne et supérieure de l'organe exerce un retrait général que contre-balancent les deux lames scléreuses internes; la carène (84, *c*), non sclérifiée, offrant une

ligne de moindre résistance, les deux moitiés de l'écaille s'ouvrent autour de cette ligne comme charnière.

De ce double mouvement, il résulte que l'écaille, à la maturité, est à la fois écartée de l'axe et étalée. Cet aplatissement de l'organe est encore facilité par la présence d'un sillon profond, séparant en deux moitiés le massif de déhiscence à la base (84, *s*).

En résumé, le *Pseudotsuga Douglasii* présente, dans l'anatomie du cone, des traits communs avec les genres précédemment étudiés, en particulier avec les *Abies :* même distribution des canaux sécréteurs dans l'écaille ; même système vasculaire supérieur en arc dérivant des deux réparateurs voisins du foliaire.

Cette espèce diffère des Sapins :

1° Par la précoce ramification des canaux appendiculaires dont le nombre autour de l'arc vasculaire supérieur est supérieur à 4 dans la section du pédicule tangente à l'axe.

2° Par l'énorme accroissement du système vasculaire. Cet accroissement porte sur l'arc supérieur et ses ramifications dans l'écaille. Il atteint de même le faisceau de la bractée.

Pour chaque faisceau isolé, l'accroissement comporte le développement du bois en éventail, et par suite, la forme en arc semi-circulaire du cambium et du liber. Les vaisseaux ligneux sont fortement épaissis avec un étroit lumen au centre.

3° Par la structure du tissu spécial de soutien. Le massif dorso-basilaire diffère de celui des *Abies* par l'étroit lumen de ses fibres très épaissies. Sous les ailes séminales, deux puissantes lames scléreuses *continues* (85), à éléments courts, remplacent le sclérenchyme lâche de la même région chez les Sapins. Ces lames jouent un rôle dans la déhiscence (étalement de la portion large des écailles).

Des sclérites isolées, à pointements multiples, sont distribuées sans ordre dans le parenchyme de l'écaille.

Ces caractères doivent être ajoutés à ceux que fournit la

morphologie externe pour faire de cette espèce un genre distinct.

§ VI. — **Picea** Link.

Ce genre comprend environ 12 espèces.

I. PICEA EXCELSA Lk.

Syn. *Picea vulgaris* Lk.
Abies excelsa DC.
» *Picea* Mill.
Pinus Abies L.
» *Picea* Du Roi.

1° CONE JEUNE.

A. Axe du cone.

Le cercle vasculaire est formé d'un anneau qui prend rapidement une épaisseur notable. Le bois se montre particulièrement développé, mais n'acquiert que beaucoup plus tard sa différenciation définitive. L'épaississement et la lignification des vaisseaux ne portent pendant longtemps que sur les éléments de la pointe des faisceaux.

Des canaux sécréteurs naissent dans le bois de l'axe qui se comporte, à ce point de vue, comme un rameau ordinaire. Quant aux canaux corticaux, ils sont disposés sur un seul cercle, et offrent un trajet analogue à celui qui a été décrit pour les *Abies*. Une paire de canaux embrasse chaque insertion et envoie des branches aux appendices ; mais, entre ces canaux caulinaires, interviennent des fusions partielles qui rompent ici la régularité de trajet observée dans les Sapins. Les insertions vasculaires des appendices prennent en effet, de bonne heure, un développement notable, corrélatif de la fonction de soutien qu'exige la persistance des écailles. La largeur relative de ces insertions diminue, dans le parenchyme cortical, l'espace réservé à la course des

canaux qui s'anastomosent fréquemment. C'est ainsi que la paire de canaux caulinaires qui embrasse chaque insertion se fusionne au-dessous en un canal unique. Outre cette fusion assez régulière, d'autres anastomoses accidentelles peuvent se produire, qui détruisent la régularité de la disposition sur la section transversale.

B. Appendices.

L'écaille et sa bractée naissent en insertion double, à gaine parenchymateuse commune. La séparation se fait non loin de l'axe, le pédicule est fort court et la bractée peu développée.

a. *Appareil vasculaire.* — Le faisceau de la bractée est peu développé.

Le système vasculaire de l'écaille, prenant origine sur le cercle libéroligneux de l'axe, comme chez les *Abies*, se dispose en arc dans l'écorce, et se montre, à la sortie, en forme de fer à cheval très développé. La pointe des faisceaux est seule différenciée. L'arc s'étale sous les graines en gardant cette cohésion, et ce n'est que vers l'insertion vasculaire de ces dernières qu'il se disjoint, pour se distribuer dans la partie élargie de l'écaille.

b. *Appareil sécréteur.* — Le système sécréteur de l'écaille s'embranche sur les canaux caulinaires par une paire de canaux qui naissent à la hauteur du faisceau de la bractée, ou à peu de distance au-dessous. Chacun de ces canaux appendiculaires se divise et donne 1-5 branches qui passent sous les faisceaux extrêmes de l'arc et y restent localisées sans jamais atteindre la région médiane du parenchyme externe (Pl. IX, 87).

Cette même paire originelle donne, vers le haut, deux branches montantes qui forment un arc autour du système vasculaire supérieur. C'est la disposition déjà décrite chez les *Abies;* mais cet arc, au lieu de donner seulement deux branches horizontales vers le haut, en donne sur tout son parcours. La division des canaux appendiculaires de l'écaille débute dès l'écorce de l'axe, de sorte que, dans la section

transverse du pédicule tangente à l'axe, le parenchyme qui entoure l'arc vasculaire offre toujours un nombre de canaux plus considérable que chez les *Abies*. Cependant, les deux canaux supérieurs qui occupent la carène sont ordinairement plus développés en diamètre.

Il résulte de cette disposition qu'une section transverse de l'écaille vers le milieu des graines présentera des canaux sécréteurs localisés dans le parenchyme interne, comme chez les *Abies*, mais, de plus, quelques canaux (1—5), localisés dans le parenchyme externe, sous les faisceaux extrêmes de la lame vasculaire (Pl. IX, 87).

Dans la région moyenne de l'écaille, après l'insertion vasculaire des graines, les canaux du parenchyme interne se divisent tangentiellement, comme chez les *Abies*, et traversent de même les espaces interfasciculaires pour se distribuer dans le parenchyme externe.

Le système sécréteur de la bractée comprend, comme chez les *Abies*, *Tsuga*, *Pseudotsuga*, deux canaux placés à droite et à gauche du faisceau, mais, de même que dans ce dernier genre, ils sont localisés au sommet de l'organe et ne contractent pas de liaison avec la paire de canaux appendiculaires qui se rend à l'écaille.

2° CONE ADULTE.

Dans les premiers stades du développement, après la pollinisation, l'occlusion du cone s'effectue par le mécanisme déjà décrit pour les Sapins. Les écailles s'appliquent intimement, leur épiderme donnant de bonne heure des poils protecteurs qui s'enchevêtrent d'une écaille à l'autre.

Tantôt ces poils sont constitués par une cellule épidermique directement allongée ; tantôt, et c'est le cas le plus général, cette cellule se cloisonne tangentiellement, et c'est le segment externe qui s'allonge en poil.

A. Axe du cone.

Les seuls changements qu'amène la maturation dans l'axe

consistent dans la différenciation définitive de l'anneau ligneux. Les vaisseaux externes, restés minces et cellulosiques pendant la croissance du cone, s'épaississent et se lignifient jusqu'au niveau du cambium.

B. APPENDICES.

a. *Appareil vasculaire.* Le faisceau de la bractée reste rudimentaire comme la bractée elle-même.

L'arc vasculaire supérieur, tout en gardant sa forme primitive en fer à cheval, s'accroît notablement. Toutefois, sa différenciation n'est définitive que fort tard, l'épaississement et la lignification des vaisseaux n'accompagnant pas immédiatement leur formation. Au niveau de la division de l'arc, peu après l'insertion vasculaire des graines, la structure des faisceaux isolés rappelle celle des *Pseudotsuga*, c'est-à-dire que l'assise génératrice est recourbée en arc. Mais cette structure disparaît à mesure que le faisceau se réduit et, de la région moyenne au sommet, le cambium est plan et la structure des faisceaux analogue à celle des mêmes organes étudiés chez les *Abies*.

De même que dans les genres précédents, un tissu vasculaire de transfusion accompagne au sommet chacun des faisceaux. Les cellules qui le constituent sont aréolées et s'insinuent en tractus lâches et irréguliers autour du faisceau. Les parois de ces cellules sont généralement moins épaisses que chez les *Abies*, les *Cedrus*. Comme, d'autre part, au sommet de l'écaille, les cellules du parenchyme ambiant prennent, avec l'âge, une lignification assez marquée, il devient alors difficile de distinguer ce tissu, rendu si net chez les *Abies* et les *Cedrus* par la minceur relative des parois cellulaires non lignifiées du parenchyme voisin.

b. *Canaux sécréteurs.* — Dans le cone adulte, comme dans le cone jeune, les deux canaux de la bractée ne communiquent pas avec le système sécréteur de l'axe ou de l'écaille.

M. Godfrin (1) a montré récemment, pour l'appareil végétatif, que, chez l'*Abies pectinata*, les canaux foliaires se différencient dans l'organe jeune comme deux poches isolées qui se mettent plus tard en communication avec le système sécréteur de la tige. La bractée mère du cone chez les *Picea* pourrait donc être considérée comme une feuille dont la différenciation définitive n'est jamais complète.

Ce phénomène ne se limite pas au *Picea excelsa.* Nous avons vu que, chez les Cèdres, la réduction extrême de la bractée provoque l'absence absolue de canaux dans cet organe. Dans tous les autres genres, nous avons toujours constaté un développement suffisant pour permettre la différenciation des canaux, mais l'exemple ci-dessus montre que la réduction de la feuille mère peut entraîner l'absence de communication entre son système sécréteur et celui de l'axe ou de l'écaille.

La distribution des canaux dans l'écaille séminifère adulte est la même que dans l'organe jeune. Ces canaux deviennent seulement plus nombreux pendant la croissance du cone.

c. *Appareil de soutien et de protection.* — A part le système ligneux des faisceaux, l'appareil de soutien ne comprend, dans le jeune âge, qu'une bande de collenchyme qui occupe la carène. Plus tard, un système plus puissant se différencie dans le parenchyme, en rappelant, dans ses traits généraux, la disposition déjà décrite chez les *Pseudotsuga.*

Un massif de fibres prend naissance à la base de l'écaille, dans le parenchyme externe. Appliqué contre le bois des faisceaux, ce massif est, au contraire, séparé de l'épiderme externe par plusieurs assises de parenchyme à parois minces. L'épiderme lui-même ne s'épaissit pas.

Plus haut, le massif fibreux s'élargit avec l'écaille et prend la forme d'une lame dorsale aplatie dont l'épaisseur va en diminuant jusqu'au sommet.

Les éléments constitutifs de ce tissu sont formés, dans

(1) *Sur les canaux résineux de la feuille du Sapin*, Bull. Soc. Bot. Fr. 1892, p. 196.

la région basilaire, de fibres épaisses, légèrement polygonales et, par suite, fortement unies ; dans la région moyenne et au sommet, ces éléments, par des transitions insensibles, s'arrondissent et s'élargissent, et c'est sous la forme de fibres rondes à large section qu'on les retrouve dans la région moyenne et au sommet de l'écaille (88).

La lame fibreuse reste, jusqu'au sommet, assez éloignée de l'épiderme externe. A partir du niveau inférieur des ailes séminales, cet épiderme commence à s'épaissir et à se lignifier. Ce changement affecte d'abord quelques cellules ; leur nombre augmente peu à peu et, vers le sommet (portion aérienne de l'écaille), tout l'épiderme est épaissi et lignifié. En même temps, un exoderme se différencie aux dépens du parenchyme sous-jacent dont les cellules s'épaississent et se lignifient légèrement.

Enfin, l'espace compris entre l'exoderme et la lame fibreuse du parenchyme externe est occupé par un tissu lacuneux formé de cellules rameuses à parois minces. Ce tissu lacuneux, différencié dans l'écaille avant le sclérenchyme, prend naissance en deux massifs latéraux qui, placés à la base, au voisinage des ailes de l'arc vasculaire (1) (pl. IX, 87), se réunissent suivant le plan vertical médian de l'écaille en une seule lame qui sépare de l'exoderme, comme nous venons de le voir, les fibres dorsales de soutien.

Le tissu en question disparaît au sommet de l'organe ; il présente son maximum de développement vers le milieu de l'aile. Il comprend alors, en épaisseur, 5-6 assises de cellules.

Le parenchyme interne de l'écaille présente, comme le parenchyme externe, une lame scléreuse de soutien. Mais cette lame diffère de la première et par sa structure et par son développement. Formée de cellules plus allongées dans le sens de la largeur de l'organe et fortement unies entre elles (89), elle prend naissance sous l'aile de la graine et se prolonge jusqu'au sommet. Elle est continue sous la carène,

(1) La situation morphologique de ces massifs latéraux rappelle celle des coussinets signalés chez les *Abies*, les *Tsuga* et les *Cedrus*.

où elle présente sa plus grande épaisseur et s'atténue peu à peu de chaque côté du plan médian. Lorsque l'aile se détache, les cellules se rompent au contact de la lame scléreuse.

Au sommet extrême de l'écaille, la sclérose envahit le parenchyme, sauf quelques cellules formant une gaine molle autour de chaque faisceau.

II. L'étude d'autres espèces du genre *Picea* (1) nous a présenté comme caractères communs avec le *P. excelsa* :

1° La disposition mixte des canaux à la base de l'écaille (région des graines) : la majeure partie du système sécréteur est localisée au-dessus du liber des faisceaux, comme chez les *Abies*, les *Tsuga*, les *Pseudotsuga*, etc., mais quelques canaux contournent les ailes de la lame vasculaire et se placent dans le parenchyme externe, sous le bois des faisceaux extrêmes (87).

2° La structure mixte des faisceaux qui, bien développés en éventail à la base, comme chez les *Pseudotsuga*, restent grêles dans la région moyenne et au sommet, ne prenant qu'un accroissement parallèle, analogue à celui qu'on observe chez les *Abies* et les *Cedrus* (88).

3° La présence d'un parenchyme lacuneux à parois minces, adossé à la lame scléreuse externe et la séparant de l'exoderme (88).

§ VII. — **Larix** Link.

Ce genre comprend 8 espèces environ.

I. LARIX EUROPÆA DC.

Syn. *Pinus Larix* L.
Larix decidua Mill.
— *excelsa* Lk.
Abies Larix Lam.

(1) P. *Morinda* Lk., P. *alba* Lk., P. *nigra* Lk., P. *Alcockiana* Lindl.

1° CONE JEUNE.

A. Axe du cone.

Le cercle vasculaire présente la structure et le mode de développement décrits chez les *Picea*. Toutefois, les canaux du bois font défaut.

L'épiderme donne de nombreux poils, allongés, pluricellulaires, à parois minces.

Les canaux corticaux se disposent sur un seul cercle ; mais, de même que chez les *Picea*, des anastomoses accidentelles détruisent la régularité de la disposition et du nombre.

B. Appendices.

La bractée mère et l'écaille, vasculairement distinctes dès l'origine, sortent dans une même gaine de parenchyme. Comme chez les *Picea*, ce pédicule est court et la bractée s'isole à peu de distance de l'axe. Le mode de séparation de cette bractée rappelle celui qui a été décrit pour les *Tsuga* et les *Abies*; il se fait suivant un sac médian, mais séparé en deux moitiés par une bande de parenchyme. Latéralement, les bords de la bractée se séparent légèrement du parenchyme commun, de sorte que, peu avant son isolement définitif, cet organe est relié à l'écaille par trois bandes longitudinales de parenchyme (92).

L'écaille s'élargit brusquement après sa séparation de la bractée mère. Elle atteint son maximum de largeur dès le niveau d'insertion vasculaire des graines.

Le pédicule et la partie basilaire étroite de l'écaille produisent, surtout sur la carène et sur les faces latérales, de longs poils pluricellulaires semblables à ceux que fournit l'épiderme de l'axe. Ces poils constituent des houppes soyeuses facilement visibles à l'œil nu.

a. *Appareil vasculaire*. — Comparée à l'écaille, la bractée est large et bien développée. Son faisceau, double dès son origine dans le cercle vasculaire de l'axe, écarte de plus en

plus ses deux branches qui sont largement séparées au milieu de l'organe.

L'arc vasculaire de l'écaille rappelle tout à fait, par sa forme, celui des *Picea.* Il est fortement courbé en fer à cheval (91). Il s'ouvre peu à peu sous les graines, où il commence à se diviser d'abord en trois faisceaux, un médian et deux latéraux (92). Le brusque élargissement de l'écaille provoque ensuite une rapide division, qui devient presque complète dès le niveau d'insertion vasculaire des graines. Les branches grêles qui innervent ces dernières sont fournies par deux faisceaux dérivant des deux latéraux primitifs.

A partir de ce niveau jusqu'au sommet, les faisceaux augmentent peu en nombre et diminuent en grosseur, tout en gardant, jusqu'au sommet, la structure qu'ils ont au niveau de la division de l'arc. Cette structure est celle qui a été décrite pour les *Keteleeria*, les *Pseudotsuga*, c'est-à-dire que le cambium s'étend en arc de cercle et donne au faisceau accru la forme d'un éventail (95, 96).

b. *Canaux sécréteurs.* — L'origine, sur les canaux caulinaires, du système sécréteur de l'écaille est comparable à celle qui nous est offerte par les *Picea.* Une paire de canaux appendiculaires s'embranche sur les caulinaires embrassant l'insertion, un peu au-dessous du faisceau de la bractée mère (91). De chacun de ces canaux appendiculaires et au voisinage immédiat du point de branchement sur le caulinaire correspondant, part un canal qui monte presque perpendiculairement dans l'écorce en entourant l'arc vasculaire et va rejoindre son congénère au-dessus de cet arc. Dans leur trajet ascendant, ces canaux donnent de nombreuses branches qui vont sortir dans le pédicule, en formant, avec les canaux de la paire appendiculaire primitive, le système sécréteur de l'écaille.

Ce système sécréteur reste rigoureusement localisé dans le parenchyme interne, au-dessus du liber des faisceaux. Il garde cette localisation jusqu'au sommet de l'aile de la

graine, niveau à partir duquel les canaux s'éteignent successivement (92, 93, 94).

Dans cette région extrême de l'organe, quelques canaux surnuméraires, sans relation avec le système interne, naissent dans le parenchyme externe, au voisinage de l'épiderme, et se terminent au sommet avec les faisceaux. Ce système surnuméraire de canaux est peu développé.

La bractée mère possède, à l'origine, deux canaux qui sont en relation avec la paire appendiculaire inférieure. Ils se bifurquent, et l'organe présente, dans sa région moyenne, quatre canaux sécréteurs. Cette bifurcation est corrélative de celle du faisceau (92).

La carène est très développée en hauteur et sépare nettement les graines. Dans la portion aplatie de l'écaille, elle s'étale largement pour séparer les deux ailes séminales. C'est dans cette espèce que cette séparation est, proportionnellement, le plus développée.

2° CONE ADULTE.

Les modifications qu'apporte la maturation à cette structure du cone jeune consistent dans le développement des faisceaux et dans la différenciation d'un tissu de soutien spécial.

a. *Appareil vasculaire.* — L'anneau ligneux de l'axe s'accroît, puis l'épaississement et la lignification des vaisseaux, longtemps localisés à la pointe des faisceaux, envahissent toute la masse.

Il en est de même pour le système vasculaire de l'écaille où les faisceaux, définitivement différenciés, conservent nettement la structure en éventail, de la base au sommet de l'organe.

Ils sont accompagnés, à leur extrémité, par quelques cellules à ponctuations linéaires, formant un tissu de transfusion peu développé.

b. *Canaux sécréteurs.* — Les canaux sécréteurs conservent leur disposition originelle.

c. *Appareil de soutien.* — Comme chez les *Picea*, *Pseudotsuga*, etc., un tissu de soutien se différencie à l'extérieur et à l'intérieur. Dans le parenchyme externe, un tissu fibreux naît à la base, dans le pédicule, entre les deux systèmes vasculaires.

Au niveau de séparation de l'écaille et de la bractée, il se montre appuyé directement contre l'épiderme externe dont les cellules sont épaissies et lignifiées. Plus haut, la lame fibreuse se détache peu à peu de l'épiderme pour se placer dans la région médiane du parenchyme extérieur aux faisceaux (95, 96).

Le parenchyme interposé, à la base de l'écaille, entre le massif fibreux et la pointe des faisceaux, se montre gorgé d'une résine jaunâtre qui résiste aux dissolvants ordinaires de l'oléo-résine des Conifères. Un long séjour dans les hypochlorites peut à peine en débarrasser les cellules.

La séparation de l'épiderme externe et du massif scléreux n'est pas uniforme sur toute la largeur de l'écaille : elle débute par les bords, progresse vers le plan vertical médian de l'écaille et devient bientôt complète.

Cette modification dans la situation de la lame scléreuse dorsale s'accompagne d'un changement dans la forme des éléments qui la constituent. Formée, à la base, de fibres petites, épaisses, arrondies aux angles, à lumen étroit, elle se termine, dans la portion élargie de l'écaille, par des fibres larges, nettement polygonales et par suite unies sans méats (95, 96).

A ce même niveau, qui correspond à la naissance de l'aile de la graine, une lame scléreuse semblable, formée des mêmes éléments, prend naissance dans le parenchyme interne, sous l'aile séminale. Elle est interrompue dans la carène et facilite le détachement de l'aile (96).

Les deux lames scléreuses externe et interne ne gardent pas le même développement jusqu'au sommet : la lame externe diminue peu à peu d'épaisseur, puis disparaît, en se terminant par quelques fibres isolées. Cette extinction commence dans le plan médian de l'écaille et progresse latéralement de

chaque côté de l'organe. La lame interne conserve son développement jusqu'au sommet de l'aile.

Nous avons vu que la lame externe est séparée de l'épiderme par plusieurs assises de cellules. C'est une disposition qui rappelle les *Picea*, avec cette différence que le parenchyme interposé n'offre chez les *Larix* aucune différenciation spéciale. De même que chez les *Picea*, un exoderme naît sous l'épiderme externe et se continue jusqu'au sommet. Il comprend 1-2 assises de cellules épaissies (95).

L'épiderme externe de l'écaille mérite une mention spéciale. Parmi les cellules épaissies qui le constituent, quelques-unes proéminent au dehors, soit isolées, soit unies en petits groupes (1) (95, 96). D'autres se divisent et le segment externe se renfle au sommet pour former un court poil capité.

Dans les écailles des cones ouverts, la sclérose envahit presque toutes les cellules du parenchyme dès le niveau de la base de l'aile séminale. Seules, les cellules qui entourent immédiatement les faisceaux échappent à cette lignification.

d. *Déhiscence du cone.* — Les écailles s'ouvrent peu. D'abord serrées et courbées en arc suivant le contour du cone, elles s'étalent à la partie supérieure, grâce à la disjonction de la lame de soutien externe, dans la région médiane de l'organe. Leur écartement de l'axe, à la base, est très faible.

II. — Une étude analogue, faite sur d'autres espèces du genre *Larix* (2), a présenté, avec l'espèce précédente, les caractères communs suivants :

1° Prolongement, en longs poils pluricellulaires, des cellules épidermiques de l'axe et de la base des appendices ;

2° Localisation des canaux sécréteurs dans le parenchyme interne de l'écaille ;

3° Forme polygonale, à angles aigus, des fibres qui cons-

(1) Ce sont ces proéminences épidermiques qui donnent à l'extérieur de l'écaille son aspect strié.

(2) *L. americana* Mchx., *L. leptolepis* Gord.

tituent, dans la région moyenne de l'écaille, les lames scléreuses interne et externe ;

4° Dépôt résineux très coloré, abondant, dans les cellules du parenchyme externe, sous-jacent aux faisceaux, au niveau des graines environ.

Ces caractères nous semblent justifier la réunion de ces espèces en un genre distinct.

§ VIII. — **Pinus** Linné.

Le genre *Pinus* comprend 70 espèces environ, réparties par Engelmann en deux grandes sections :

1. Section *Strobus* Engelm.
2. Section *Pinaster* Engelm.

Toutes ces espèces ont des cones à maturation bisannuelle.

I. — PINUS STROBUS L.

1° CONE JEUNE.

A. Axe du cone.

a. *Appareil vasculaire.* — L'axe présente un cercle de faisceaux nombreux, mais distincts. A chaque insertion, le départ originel du système vasculaire des appendices comprend trois faisceaux : l'un inférieur, médian, allant à la bractée, orienté comme un foliaire ; deux latéraux, à trachées en regard, fournis, comme chez les *Abies*, par les réparateurs voisins, et donnant, presque immédiatement, dans l'écorce, un faisceau médian supérieur qui porte à quatre le nombre des faisceaux sortants, à l'origine de l'écaille.

b. *Canaux sécréteurs.* — La disposition et le trajet des canaux caulinaires corticaux obéissent aux règles énoncées pour les *Abies* et autres genres. Mais une différence intervient dans le mode de branchement du système sécréteur appendiculaire sur ces canaux.

Les deux canaux caulinaires qui embrassent chaque inser-

tion envoient chacun, comme dans les genres précédents, une branche aux appendices. Le départ se fait, pour chaque canal, à une distance assez grande (1) au-dessous de l'insertion vasculaire double, et les canaux caulinaires présentent, à ce niveau, une dilatation très marquée qui peut atteindre 3-4 fois le diamètre normal du canal. L'unique paire de canaux appendiculaires, ainsi détachée, monte très obliquement dans le parenchyme cortical, pour sortir dans le pédicule un peu au-dessous du faisceau de la bractée mère.

B. Appendices.

a. *Appareil vasculaire.* — Une coupe du pédicule, tangente à l'axe, présente donc un faisceau médian inférieur, orienté comme un foliaire : c'est le faisceau de la bractée mère. Audessus, trois faisceaux, deux latéraux et un médian supérieur, constituent l'origine du système vasculaire de l'écaille séminifère.

Cette structure du pédicule se conserve jusqu'au niveau du micropyle des graines (98), puis les deux faisceaux latéraux se divisent sous ces organes auxquels ils envoient deux branches grêles. Leur division se continue dans le reste de l'écaille, le faisceau médian restant simple. De la base au sommet de l'organe, la lame vasculaire, que constitue l'ensemble de ces faisceaux, occupe la région interne du parenchyme.

b. *Canaux sécréteurs.* — Au niveau où les faisceaux latéraux de la base commencent à se diviser, les deux canaux sécréteurs entraînés dans le pédicule, se trifurquent, donnant chacun un canal inférieur et deux supérieurs (99, 100).

La paire inférieure, ainsi détachée, se rend à la bractée

(1) Cette particularité est le résultat de la disposition très oblique des appendices par rapport à l'axe. C'est un fait général chez tous les Pins ; aussi le départ des canaux appendiculaires offre-t-il le même caractère dans tout le genre. Chez les autres genres de la tribu, l'écaille, bien que fortement oblique et même presque parallèle à l'axe dans sa région supérieure, présente à la base un coude qui rend le pédicule presque perpendiculaire au rachis. Ce caractère est surtout marqué chez les *Cedrus*, les *Abies;* aussi les graines y sont-elles presque horizontales.

qui s'isole peu à peu par les bords, entraînant le faisceau grêle qui l'innerve.

Les quatre canaux supérieurs se divisent dans l'écaille où ils restent, jusqu'au sommet, localisés dans le parenchyme externe, avec une tendance marquée à se placer entre les faisceaux qui sont très grêles dans le jeune âge du cone (100-104). Les canaux sont, au contraire, très développés en diamètre.

2° CONE ADULTE.

A. Axe du cone.

Les faisceaux libéro-ligneux confluent en un cylindre continu. Comme les appendices sont disposés sur l'axe en une agrégation peu serrée, le développement du système vasculaire des écailles n'amène pas de perturbation dans le trajet des canaux sécréteurs.

B. Appendices.

a. *Appareil vasculaire.* — Les faisceaux de l'écaille confluent de bonne heure à la base en un arc vasculaire puissant. Libres dans le reste de l'organe, ces faisceaux présentent chacun la structure en éventail déjà décrite chez les *Pseudotsuga*, etc. Ils gardent cette structure jusqu'au sommet et s'accompagnent à leur extrémité d'un tissu de transfusion aréolé (106, 107).

Au sommet renflé de l'écaille, la rangée normale des faisceaux donne quelques branches tangentielles externes pour irriguer l'épais parenchyme développé. Ces branches se terminent de même par du tissu de transfusion aréolé: quelques-unes sont constituées exclusivement par ce tissu.

b. *Canaux sécréteurs.* — La disposition générale des canaux dans l'écaille ne varie pas pendant la maturation; toutefois, le développement des faisceaux les rejette un peu vers l'extérieur, accentuant ainsi la localisation du système sécréteur

dans le parenchyme externe de l'écaille. Ces canaux se sont considérablement accrus en diamètre surtout dans la région médiane de l'organe (106).

A l'automne, les cellules de bordure de ces canaux deviennent le siège d'une prolifération intense qui les allonge en poils remplissant la cavité du canal. Ce sont des sortes de *thylles* qui ont pour effet d'expulser l'oléorésine dans les espaces intercellulaires du parenchyme. Cette substance gagne ainsi les chambres sous-stomatiques; les stomates s'ouvrent et se fendent largement sous la pression, en donnant issue au produit. C'est l'origine des exsudations résineuses de la surface libre des écailles (106, 108).

c. *Appareil de soutien.* — Indépendamment du système ligneux des faisceaux, l'appareil de soutien comprend deux lames scléreuses : l'une, externe, directement appliquée contre l'épiderme qui reste mince et cellulosique, sauf dans les régions aériennes du sommet de l'écaille; l'autre, interne, séparée de l'épiderme par quelques rangs de cellules qui constituent, avec cet épiderme lui-même, l'aile de la graine (106).

De même que chez les genres déjà décrits, cette lame scléreuse interne facilite le détachement de l'aile séminale. Elle est constituée par des éléments courts, cellules du parenchyme directement épaissies et lignifiées, à nombreuses ponctuations ovales ou linéaires. La lame n'est pas continue sur toute la largeur de l'écaille; de même que chez les *Pseudotsuga*, elle est divisée longitudinalement en deux moitiés par une bande de parenchyme non lignifié qui correspond à la carène (105).

La lame externe est au contraire continue, offrant un maximum d'épaisseur dans le plan vertical médian et atténuée aux bords (105). Elle présente son plus fort développement à la base, comme chez les *Pseudotsuga*, sans offrir le sillon externe médian qu'on rencontre dans ce dernier genre (105).

d. *Parenchyme.* — Dans les espèces ci-dessus décrites, le

parenchyme de l'écaille, formé de cellules isodiamétriques, ne méritait pas de mention spéciale. Ici, ces cellules sont rameuses, à bras peu nombreux, laissant entre elles de larges espaces aérifères (106, 107). L'aspect de ce tissu est à peu près le même que celui du tissu lacuneux externe de l'écaille chez les *Picea* (Pl. IX, 88).

La partie aérienne, apicale ou subapicale, de l'écaille présente, comme on sait, une légère saillie brunâtre. Cette protubérance est constituée par un périderme local, exfolié par un feuillet subéreux.

e. *Occlusion et déhiscence.* — Le mode d'occlusion du cône diffère assez notablement de celui qui a été décrit pour les autres genres de la tribu.

Les écailles, étroitement imbriquées, et intimement appliquées les unes sur les autres, se soudent suivant une bande subapicale étroite, légèrement arquée. Une coupe transversale, faite dans la région de soudure de deux écailles (107), montre leurs épidermes intimement appliqués, au point qu'il est presque impossible de distinguer la portion qui revient à chacune des deux écailles en contact. L'épiderme extérieur de l'écaille interne est directement adossé à la lame fibreuse externe de l'organe. Celui de l'écaille externe est au contraire séparé de la lame scléreuse interne par quelques assises de cellules à parois minces. Ces cellules et les deux épidermes en contact, constituent un tissu de soudure qui, lors de l'occlusion du cone, est le siège d'une sécrétion d'oléorésine. La sécrétion s'effectue aux dépens de l'amidon qui, d'abord très abondant, disparaît progressivement; le phénomène débute dans les épidermes et s'étend ensuite aux assises sous-jacentes. Les coupes de deux écailles superposées restent énergiquement accolées lorsque la section intéresse la région de soudure. Elles se disjoignent par un séjour dans l'essence de térébenthine.

La déhiscence du cone, pour la mise en liberté des graines, s'effectue suivant le mécanisme général déjà décrit pour d'autres genres. Comme chez les *Pseudotsuga*, les écailles

s'écartent de l'axe en s'étalant légèrement. Cette ouverture de l'organe, par rapport au plan vertical médian, est facilitée par la solution de continuité qui sépare en deux moitiés symétriques la lame scléreuse interne.

II. — Des observations analogues ont été faites sur différentes espèces appartenant aux deux grandes sections du genre (1) *Pinus*. Toutes les espèces étudiées ont présenté comme caractères communs :

1° Le mode d'origine des canaux appendiculaires qui, naissant en une paire sur les caulinaires, à une grande distance au-dessous du système vasculaire des appendices, traversent, sans se diviser, tout le parenchyme cortical de l'axe. La division de ces canaux commence seulement au niveau de sortie dans les appendices, dès le début du pédicule.

2° La localisation des canaux dans le parenchyme externe de l'écaille, au moins jusqu'au niveau d'insertion vasculaire des graines. Le sommet dilaté des écailles offre une multiplication spéciale des canaux qui se disposent sans ordre dans tout le parenchyme (111). Cette disposition est particulièrement accentuée chez les Pins de la section « Pinaster ». On la retrouve même dès la région moyenne de l'écaille chez certaines espèces où l'organe est très charnu (*Pinus sabiniana*, *P. Coulteri*).

3° Le mode d'occlusion des cones par une soudure, qui s'effectue, au sommet des écailles, suivant une bande transversale subapicale. Les épidermes de cette région s'appliquent intimement, accolés par une sécrétion oléorésineuse.

4° L'écartement tangentiel des faisceaux de l'écaille à son extrémité (111). C'est le résultat de la dilatation parenchymateuse du sommet.

Outre ces caractères génériques, on remarque, dans le groupe entier, des particularités anatomiques, qui, communes

(1) *P. Pinaster*, Sol., *P. pungens*, Mchx., *P. mitis*, Mchx, *P. sylvestris*, L., *P. montana*, Mill., *P. Laricio*, Poir., *P. Massoniana*, Lamb., *P. sabiniana*, Dougl., *P. Cembra*, L. *P. excelsa*, Wall.

à un certain nombre d'espèces seulement, peuvent intervenir concurremment avec les caractères de morphologie externe, pour la division du genre en sections.

L'examen de ces caractères ne rentre pas dans notre cadre. Cependant, nous signalerons la présence de canaux dans le bois de l'axe des cônes de la section « Pinaster ». Ces canaux se retrouvent souvent dans le bois des faisceaux du système vasculaire de l'écaille; ils font défaut dans la section « Strobus ».

Remarque. — Chez les espèces de la section « Pinaster », des coupes transversales successives de l'axe du cone, pratiquées de la région moyenne au sommet, montrent une diminution assez rapide du nombre des canaux corticaux. Ce phénomène est le résultat de la variation de la divergence des écailles, suivant la tranche horizontale considérée.

On sait que, dans toute agrégation condensée, où la longueur des entrenœuds n'est plus appréciable à l'œil, la spire génératrice normale disparaît en apparence. Des *spires secondaires*, moins inclinées sur l'horizontale, se manifestent, et leur nombre est en relation avec la fraction de divergence du cycle considéré. Celles de ces spires, l'une *dextrorsum*, l'autre *sinistrorsum*, qui font avec l'horizontale le plus grand angle, sont aussi les plus apparentes. Elles comprennent, ensemble, toutes les feuilles du cycle, et, à une variation dans leur nombre, correspond un changement dans la fraction de divergence. La réciproque de cette proposition est vraie.

Or, chez les espèces de Pins citées plus haut, on observe, de la région moyenne au sommet du cône, une diminution progressive du nombre de ces spires. Ce phénomène, dès longtemps observé, a été désigné sous le nom de « convergence des spires secondaires ».

Dickson (1) y voit pour cause la coalescence ou la fusion de deux écailles consécutives d'une spire.

(1) *On some abnormal cones of Pinus Pinaster — Trans. Roy. Soc. Edinb.*, XXVI, p. 505, pl. 19-22.

Les auteurs allemands admettaient simplement l'avortement d'une spire secondaire. Dickson critiquait d'ailleurs cette opinion, en faisant remarquer que ces spires ne sont que des entités virtuelles auxquelles on ne peut appliquer les propriétés de développement d'un organe réel.

Cet auteur cherche donc une cause plus profonde, mais son explication, qui a pour base des observations tératologiques locales, ne saurait rendre compte de la généralité du phénomène (1).

Nous croyons que la cause première de ces changements dans la divergence réside dans la forme brusquement atténuée de l'axe, qui forme un cone raccourci dans lequel le *rapport entre les surfaces d'insertion et le diamètre de l'axe ne demeure pas constant*.

Remarquons en effet que, dans l'inflorescence femelle des Abiétinées, où les écailles jouent un rôle protecteur qu'elles ne peuvent remplir qu'à la condition de garder dans leur agrégation une certaine densité, la condensation des insertions dans un espace restreint nous oblige à tenir compte de leur surface.

Dans ces agrégations condensées, le rapport entre la *surface réelle de chaque insertion* et l'*espace qui lui est réservé entre les insertions voisines* doit être peu variable; et, comme le second terme de ce rapport est lui-même fonction de la surface du cylindre, on peut dire que, *pour une même divergence*, *dans une agrégation condensée*, *il y a un rapport sensiblement constant entre le diamètre du cylindre et la surface de chaque insertion*.

Que l'un des termes de ce rapport varie en dehors d'une certaine limite, et la valeur de la divergence changera aussitôt. C'est ce qui se produit chez les Pins de la section « Pinaster » (Eng.), où, dès la région moyenne du cone, l'axe

(1) A l'appui de son opinion, Dickson figure des cones de *Pinus Pinaster* où l'on voit des écailles monstrueuses à deux sommets. Malheureusement pour l'interprétation de l'auteur, c'est là une exception ; et, dans les cônes normaux, où cette monstruosité fait défaut, le phénomène de la convergence des spires se manifeste aussi nettement.

s'atténue rapidement jusqu'au sommet. La largeur des insertions ne diminuant pas aussi vite que le diamètre des tranches horizontales successives qui les portent, l'angle de divergence varie et, par suite, la disposition cyclique des écailles (1).

Ce phénomène ne se produit pas seulement au sommet du cone. Chez certaines espèces (*P. sabiniana*, *P. Coulteri*), l'axe est atténué à la fois vers le sommet et vers la base; il a une forme ovoïde que l'on peut considérer comme l'ensemble de deux troncs de cone accolés par leurs grandes bases. La variation de la divergence atteint donc aussi cette région, et ce n'est que sur une faible hauteur, correspondant aux tranches moyennes de l'axe, que se maintient constante la fraction de divergence que l'on peut considérer comme normale dans l'espèce.

Chez les autres espèces de la tribu des Abiétinées, où l'axe est, dès la base, longuement et régulièrement atténué, le rapport entre le diamètre de l'axe et la largeur des insertions demeure constant dans la plus grande étendue du cone; de sorte que, si l'on excepte la région apicale, ce cone présente sur une grande longueur une constance de la disposition cyclique qu'on ne retrouve chez les Pins de la section « Pinaster » que dans les tranches moyennes de l'axe.

Enfin, à ces causes perturbatrices, qui se produisent dès

(1) Considérons, en effet, le développement d'un axe de cone. Nous pouvons partager cet axe en tranches horizontales, petits cylindres dont la surface contiendra le centre de figure d'une insertion.

Dans une tranche donnée, l'insertion prend place dans le plus grand angle au centre que forment les plans verticaux médians des insertions des deux tranches précédentes (loi de Hofmeister). On sait d'autre part que la valeur de l'angle de divergence, pour les termes de la série normale, oscille autour d'une valeur limite (voisine de 137°) et que ces oscillations vont en diminuant d'amplitude à mesure qu'on avance dans la série. Il en résulte que, pour les termes élevés (et c'est le cas des agrégations condensées qui nous occupent) le moindre déplacement d'une insertion amène un nouvel angle de divergence.

Or, ce déplacement se produit facilement lorsque, à une tranche donnée, succède une tranche de diamètre moindre et que la surface d'insertion de l'appendice ne diminue pas dans la même proportion.

le jeune âge du cone chez les Pins de cette même section, il faut ajouter celles qui résultent du développement ultérieur de la base des appendices. De même que chez les Cèdres, où nous avons déjà fait cette remarque, l'énorme développement basilaire des appendices provoque, dans ces agrégations condensées, une torsion de l'axe qui transforme en spirales les primitives rangées verticales d'insertion.

Il en résulte une nouvelle cause de variation dans la disposition cyclique des écailles. L'observation directe, extérieure, d'un cone adulte ne donne donc pas l'expression de la disposition cyclique originelle. On pourrait alors, comme chez les Cèdres, s'en rapporter à la numération des canaux caulinaires corticaux. Mais nous venons de voir qu'une autre cause, presque congénitale, fait varier à différentes hauteurs le nombre de ces canaux, lequel ne représente que dans un espace souvent très restreint le chiffre normal que lui assigne la disposition cyclique des appendices. Le criterium de cette disposition que nous pouvons commodément et sûrement déduire de la numération des canaux caulinaires dans le plus grand nombre des Abiétinées, nous échappe donc chez les Pins à agrégation condensée de la section « Pinaster ».

REVUE D'ENSEMBLE DES ABIÉTINÉES

Nous diviserons cette revue en trois parties :

Dans la première, nous exposerons l'anatomie comparée des genres de la tribu en nous appuyant sur les descriptions précédentes.

Dans la seconde partie, nous essayerons d'estimer la valeur relative de ces caractères et de les appliquer à l'appréciation du degré de parenté qui unit entre eux les différents genres.

Enfin, dans une troisième partie, nous chercherons à exprimer la distinction des genres par les caractères les plus saillants. Nous dresserons ainsi un tableau synoptique de la tribu, en nous préoccupant plus de la netteté des caractères que de leur valeur systématique. Nous espérons que ce tableau, simple énoncé des caractères anatomiques saillants, faciles à constater, sera de quelque utilité aux paléontologistes au point de vue de la comparaison des espèces fossiles avec les espèces actuellement vivantes.

§ 1. — Nous considérerons successivement, dans toute la tribu, l'axe du cone et les appendices.

A. Axe du cone.

a. *Appareil vasculaire.* — Dans toute la tribu, sauf chez les Cèdres, les faisceaux d'abord distincts, confluent en un cylindre continu, troué seulement par les départs appendiculaires. La différenciation définitive des vaisseaux secondaires aréolés ne suit pas immédiatement leur formation ; ce n'est que beaucoup plus tard que se produisent l'épaississe-

ment et la lignification de leurs parois. Disons d'ailleurs qu'il en est de même pour le système vasculaire des appendices.

b. *Canaux sécréteurs.* — L'axe du cône présente, dans son parenchyme cortical, des canaux sécréteurs continus auxquels se relient les canaux des appendices. Ces canaux caulinaires sont disposés sur un seul cercle (1) et leur trajet est soumis aux lois de la disposition cyclique des écailles. Comme cette disposition, généralement constante dans l'espèce, varie dans un même genre, la numération des canaux pourrait être invoquée seulement en qualité de caractère de section de genre. Encore faut-il en excepter les *Pinus* (sauf section « Strobus »), les *Picea*, les *Larix* où d'importantes perturbations sont apportées au trajet des canaux caulinaires par le développement basilaire des appendices.

Une dilatation des canaux caulinaires marque le point de départ des canaux appendiculaires. Cette dilatation atteint son maximum chez les *Pinus*.

c. *Appareil de soutien.* — Il est généralement représenté par le seul système ligneux des faisceaux. Cependant, chez certaines espèces d'*Abies*, des fibres longues, isolées, prennent naissance dans la région péricyclique. Il en est de même chez le *Cedrus Deodara* où ces fibres se présentent aussi dans la moelle. D'ailleurs, chez tous les Cèdres, l'épaississement et la sclérose des parois cellulaires du parenchyme cortical accompagnent la maturation. Dans tous les autres genres, le parenchyme cortical reste formé de cellules minces et non lignifiées.

B. Appendices.

L'écaille séminifère et la bractée sous-jacente restent unies, après leur sortie de l'axe, en une gaine parenchymateuse commune, plus ou moins longue. Nous avons appelé *pédi-*

(1) Nous devons faire des réserves pour le *Keteleeria*. L'axe du cone de cette espèce nous a fait défaut. Rappelons que, chez l'*Abies pectinata* et peut-être chez d'autres Sapins, il existe dans la région péricyclique d'autres canaux plus petits, sans relation avec les premiers.

cule cette portion commune aux deux organes. Chez les *Abies*, ce pédicule se prolonge jusqu'à l'insertion vasculaire des graines environ ; il est plus court dans les autres genres, mais il n'est jamais nul. C'est chez les *Picea* et les *Cedrus* qu'il offre son ultime réduction, corrélative de celle de la bractée elle-même. Chez les *Abies*, les *Tsuga*, les *Larix*, cette dernière commence à s'isoler de l'écaille par une poche médiane. Dans les autres genres, c'est par les bords que débute cette séparation.

a. *Appareil vasculaire.* — Comme Van Tieghem (1869) et Strasburger (1872) l'ont affirmé, le système vasculaire de l'écaille et celui de la bractée sont distincts à leur origine sur l'axe. A la maturité du cone, cette dualité a disparu en apparence chez certaines espèces (*Pinus*) par la coalescence des deux systèmes en un anneau elliptique continu.

Le faisceau de la bractée est peu développé, sauf chez les *Pseudotsuga*, les *Pinus*. Simple dans quelques espèces, ce faisceau se dédouble ordinairement par un rayon médullaire. Le dédoublement est maximum chez les *Larix*, où les deux branches, distinctes dès l'axe, s'écartent ensuite notablement.

Le faisceau s'adjoint, sur les flancs, un tissu vasculaire de transfusion, mais ce tissu n'est pas, comme dans la feuille végétative, entouré par une gaine endodermique spéciale.

Le système vasculaire de l'écaille, à son origine sur l'axe, est double et symétrique par rapport au plan vertical médian de l'organe dans tous les genres de la tribu, sauf dans les *Cedrus*, où il est simple et asymétrique.

Chez ce dernier genre, l'unique faisceau originel se bifurque largement après sa sortie dans l'écaille ; de l'une des branches se détache un faisceau qui se place entre les deux autres, dans le plan vertical médian de l'appendice. Ce faisceau médian reste unique fort loin dans l'organe ; ce n'est qu'au sommet qu'il donne quelques divisions. Toutes les autres branches vasculaires de l'écaille sont fournies par les deux faisceaux latéraux.

Il en est de même chez les *Pinus*, où les deux faisceaux

originels distincts, donnent chacun, du côté du plan vertical médian, un faisceau qui s'accole à son congénère pour former en définitive, comme chez les *Cedrus*, un faisceau impair, médian, qui ne donne de divisions qu'au sommet de l'écaille. Il y a toutefois cette différence (outre la symétrie d'origine) que, chez les *Pinus*, l'isolement de ce faisceau médian a lieu dès le parenchyme cortical de l'axe, alors qu'elle ne se produit, chez les *Cedrus*, qu'à une certaine hauteur dans le pédicule. Cette disposition trifurquée du système vasculaire, à la base de l'écaille, reste nette, chez les Cèdres, à la maturité du cône. Elle disparaît, en apparence, chez les Pins, par suite de la coalescence latérale des faisceaux accrus.

Dans les autres genres de la tribu, les deux faisceaux originels s'unissent à la partie supérieure, dans le parenchyme cortical de l'axe, en formant un arc continu. Cet arc, fermé en anneau chez le *Keteleeria*, plus ou moins ouvert chez les autres genres, s'étale progressivement sous les graines, puis se disloque pour former l'ensemble fasciculé du système conducteur de l'écaille.

Dans toute la tribu, cette lame vasculaire fasciculée présente, dans l'épaisseur du parenchyme de l'écaille, une disposition qui joue un rôle dans la déhiscence du cone. A la base de l'organe, et jusqu'au delà de l'insertion vasculaire des graines, la lame vasculaire est plus rapprochée de l'épiderme interne que de l'épiderme externe. Cette disposition est particulièrement accentuée chez les *Cedrus*, et se conserve telle dans toute l'écaille.

Il en est de même chez les *Pinus*, avec une réduction un peu moindre du parenchyme interne, et avec cette différence qu'au sommet de l'organe, l'épais développement parenchymeux entraîne le dédoublement tangentiel de la lame vasculaire qui reste simple chez les *Cedrus*.

Dans les autres genres, après l'insertion séminale, la lame vasculaire se rapproche peu à peu de la région médiane du mésophylle, et cette situation se conserve dans tout le reste de l'écaille chez les *Tsuga*, *Larix*, *Picea*, *Pseudotsuga* ; chez

le *Keteleeria*, la lame vasculaire quitte même cette région médiane au sommet de l'écaille et se place nettement dans la région externe du mésophylle. On retrouve cette disposition chez les *Abies*, mais moins accentuée.

Dans toute la tribu, les faisceaux s'accompagnent au sommet, de tissu vasculaire de transfusion. Ce tissu, qui termine le faisceau à l'extrémité, l'accompagne en outre sur une certaine longueur, accolé à ses flancs. Formé de cellules isodiamétriques à bandes lignifiées ou à ponctuations aréolées rondes ou ovales, ce tissu se différencie directement aux dépens du parenchyme ambiant dans lequel il rayonne en tractus lâches et irréguliers.

Bien développé chez les *Cedrus*, les *Abies*, il est presque nul chez les *Tsuga* et prend une importance intermédiaire dans les autres genres.

L'existence de faisceaux séminaux, se détachant des faisceaux de l'écaille pour innerver les graines, est générale dans le groupe. Ces faisceaux s'isolent obliquement et pénètrent dans la graine au delà de leur point d'émersion du faisceau mère. L'orientation de ces petites branches est obscure ; le plus souvent, le liber semble entourer le bois. Chez les Cèdres et les Sapins, ces petits faisceaux se bifurquent à la chalaze et les deux branches vasculaires issues de cette dichotomie innervent le tégument sur une assez grande longueur. Ces petits faisceaux séminaux sont placés en dedans de la coque scléreuse interne et dans un plan parallèle à la surface d'adhérence des graines avec l'écaille. Nous n'avons pas retrouvé ce système vasculaire séminal dans les autres genres de la tribu. Le faisceau détaché de l'écaille s'arrête à la base de la graine.

b. *Canaux sécréteurs.* — Dans toute la tribu des Abiétinées les canaux sécréteurs des appendices constituent un système ramifié en relation avec celui de l'axe. La jonction s'effectue, dans le parenchyme cortical, par une paire de canaux qui s'insèrent sur les caulinaires dilatés.

Le départ de la paire appendiculaire originelle s'effectue

à des niveaux différents par rapport au système vasculaire sortant. Chez les *Pinus*, le niveau est situé à une grande distance au-dessous de ce système vasculaire, à la hauteur de l'insertion sous-jacente qui appartient à la rangée verticale la plus voisine. Dans tous les autres genres, le départ s'effectue au niveau du faisceau de la bractée ou à peu de distance au-dessous.

Une semblable division dans la tribu, conséquence naturelle de la disposition précédente, est fournie par le mode de ramification de cette paire appendiculaire. Chez les *Pinus*, elle ne donne aucune ramification dans le parenchyme cortical de l'axe ; dans le pédicule, elle ne donne aucune division tangentielle vers le haut. Une seule paire de canaux se détache vers le bas pour se rendre à la bractée. Les autres divisions se font dans le plan horizontal de l'écaille, au-dessous du bois des faisceaux.

Dans tous les autres genres de la tribu, la paire appendiculaire originelle se divise dès le parenchyme cortical de l'axe et donne toujours, à l'intérieur de cette écorce, un système de canaux qui lui est superposé. Ce système comprend un (*Cedrus*, quelques *Abies*), deux (les autres *Abies*), ou un plus grand nombre (autres genres) de canaux.

Ces canaux, destinés à l'écaille, comme la paire originelle elle-même, sont disposés, dans le parenchyme, à la périphérie du système vasculaire supérieur, et se relient à deux branches montantes distinctes, ou unies en arc au-dessus du système vasculaire. Les branches montantes s'insèrent elles-mêmes sur la paire appendiculaire originelle, soit à quelque distance des caulinaires (quelques *Abies*), soit au voisinage immédiat de ces derniers, de sorte qu'une fusion partielle s'établit à la base entre les branches de cet arc et les caulinaires eux-mêmes. Cette fusion atteint son maximum chez les *Cedrus*, où le canal supérieur médian semble dériver directement des caulinaires.

Partout, sauf chez les Cèdres, où cet organe est presque nul, la bractée présente deux canaux sécréteurs placés symé-

triquement de part et d'autres du faisceau (1). Cette paire de canaux reste ordinairement unique dans tout l'organe, sauf chez les *Larix* où la bifurcation marquée du faisceau entraîne une division analogue de chaque canal.

Tantôt, ces canaux restent isolés, sans liaison avec le système sécréteur de l'axe ou de l'écaille (*Picea, Pseudotsuga*), tantôt ils se relient à la paire appendiculaire inférieure (cas général).

Si l'on remarque, en s'appuyant sur une observation publiée par M. Godfrin (2), que, dans les feuilles végétatives ordinaires d'*Abies pectinata*, les canaux se différencient dans l'organe jeune, sans liaison avec le système sécréteur caulinaire, et que c'est seulement plus tard, quand la feuille est différenciée, que la communication s'établit entre les deux systèmes, on conviendra que certaines bractées mères se comportent à cet égard comme des feuilles jeunes. Ce sont des feuilles ayant subi un arrêt de développement plus ou moins marqué ; cet arrêt peut être suffisant pour que la communication entre le système sécréteur de l'organe atrophié et celui de l'axe ne s'établisse pas. Si la bractée est tout à fait rudimentaire (*Cedrus*), les canaux n'apparaissent jamais dans cet organe. Enfin, le développement précoce d'un tissu scléreux de soutien semble aussi être un obstacle à la réunion des canaux (*Pseudotsuga*). Dans tous les cas, la liaison du système sécréteur de la bractée avec la paire appendiculaire inférieure qui se rend à l'écaille ne saurait fournir un argument pour en conclure à la dépendance congénitale mutuelle de ces deux organes. Cette liaison est en effet tardive quand elle existe.

Pour l'écaille séminifère, le développement complexe du système sécréteur nous oblige à diviser la description :

1° Dans la région de l'organe comprise sous les graines, depuis le micropyle jusqu'à l'insertion vasculaire, les canaux

(1) Cette symétrie est d'autant plus remarquable que chez les *Tsuga* la feuille végétative ordinaire offre un seul canal médian adossé au faisceau.

(2) *L. c.*

sont exclusivement localisés dans le parenchyme interne (côté liber des faisceaux) chez les *Abies*, *Tsuga*, *Pseudotsuga*, *Larix*. Ils sont au contraire compris dans le parenchyme externe (côté bois des faisceaux) chez les *Pinus*.

Les *Picea* offrent une disposition mixte ; ce genre tient du premier groupe par la localisation de la plus grande partie du système sécréteur dans le parenchyme interne ; il se rapproche du second par la présence, dans le parenchyme externe, de quelques canaux qui, contournant les ailes de l'arc vasculaire, se placent sous le bois des faisceaux extrêmes de cet arc. Toutefois, cette incursion sous-ligneuse n'atteint jamais la région médiane.

Le *Keteleeria* réalise complètement les deux dispositions : ses canaux disposent indifféremment au dessus et au-dessous des faisceaux.

Les *Cedrus* présentent de même une localisation de leur système sécréteur au-dessus et au-dessous des faisceaux ; mais le système externe est incomparablement plus développé, l'interne se réduisant à un seul canal médian qui occupe la carène et s'y éteint à la hauteur de l'insertion vasculaire des graines. A part ce canal médian, d'ailleurs peu développé, la localisation du système sécréteur des Cèdres rappelle celle qu'on observe chez les Pins.

2° Dans la région moyenne de l'écaille (comprenant la portion située sous les ailes des graines) la disposition précédente se modifie dans quelques genres.

Chez les *Cedrus*, les canaux restent sous-ligneux. Il en est de même dans la majorité des Pins, sauf pour les espèces à écailles très charnues (*P. Cembra*, *P. sabiniana*) où un précoce écartement tangentiel des faisceaux entraîne une distribution des canaux dans tout le parenchyme.

La localisation reste aussi la même pour les *Larix* où les canaux sont supralibériens.

Chez les *Abies*, *Pseudotsuga*, *Picea*, le système sécréteur du parenchyme interne émet des branches qui traversent les

espaces interfasciculaires et se distribuent dans le parenchyme externe de l'écaille.

Les *Tsuga* offrent une disposition mixte : les canaux se disposent en une rangée dans les espaces interfasciculaires.

3° Au sommet de l'écaille, dans la région extrême qui suit l'aile de la graine, les canaux s'éteignent progressivement. Chez les *Pinus*, cette extinction terminale est précédée d'une abondante multiplication des canaux, lorsque le sommet de l'écaille prend un fort développement. Dans les genres à écailles minces, les canaux se terminent en une seule rangée dans les espaces interfasciculaires (*Abies*, *Pseudotsuga*, *Tsuga*), ou sont distribués sans ordre dans le parenchyme.

c. *Occlusion du cone.* — Réalisée par l'application intime et l'imbrication des écailles, l'occlusion est complétée par des poils fournis par les épidermes des régions en contact. Ces poils sont à parois minces et cellulosiques dans les régions internes ; ils sont épaissis et cutinisés dans la partie aérienne des écailles. Chez les Pins, les écailles ne sont pas seulement imbriquées et appliquées fortement : elles sont encore soudées par une sécrétion oléorésineuse suivant une bande subapicale étroite.

d. *Appareil de soutien et de déhiscence.* — L'appareil de soutien est constitué, partie par le système ligneux des faisceaux, partie par un sclérenchyme spécialement différencié et de structure variable avec le niveau considéré. Les vaisseaux du bois sont, à la maturité, fortement lignifiés et constituent toujours un appareil rigide. Chez les *Tsuga* où ces faisceaux restent grêles, une lame spéciale de sclérenchyme fortement épaissi et lignifié s'adosse au système vasculaire et le remplace comme tissu de soutien.

A la base de l'écaille, un tissu fibreux à membranes épaisses, forme, au dos de l'écaille, un massif dense, susceptible d'un retrait plus ou moins considérable par la dessiccation des membranes. Jouant simplement le rôle de tissu de soutien pendant la période vitale du cone, il sert, lors de

la dessiccation de ce dernier, à favoriser la dissémination des graines, en provoquant l'ouverture des écailles.

En effet, la lignification de ce tissu, plus faible que celle du faisceau ligneux, va en décroissant de l'intérieur à l'extérieur; en outre, le diamètre de ses éléments décroît dans le même sens, de telle sorte que les éléments les plus nombreux et les moins lignifiés se trouvent à la périphérie. Le retrait dû à la dessiccation des membranes s'exerce donc plus activement à la partie externe de l'écaille et tend à recourber cet organe vers l'extérieur.

Cette différenciation du tissu de déhiscence atteint son maximum chez les Cèdres où la forte imbrication des écailles rend cette déhiscence particulièrement difficile. Moins complexe, mais bien développé chez les *Abies*, *Pseudotsuga*, *Pinus*, *Picea*, il se réduit beaucoup chez les *Tsuga*, *Larix*, où l'écartement des écailles est d'ailleurs très faible. Il manque chez les *Keteleeria*, où l'épais parenchyme mucilagineux dorsal semble suffire seul, par son retrait, à la déhiscence du cône.

Dans la région moyenne et terminale de l'écaille, les deux faces de l'organe sont munies d'un sclérenchyme de soutien disposé en deux lames externe et interne. Ces deux lames diffèrent par la nature et l'agrégation de leurs éléments.

La lame externe continue le massif fibreux dorso-basilaire et se montre elle-même formée de fibres allongées. Tantôt ces fibres sont unies entre elles, sans méats et alors nettement polygonales (*Tsuga*, *Larix*), ou avec de petits méats et alors arrondies aux angles (*Pinus*, *Picea*, *Pseudotsuga*); tantôt la lame fibreuse est disjointe en éléments arrondis, isolés, ou unis en petits îlots (*Abies*, *Cedrus*, *Keteleeria*) accompagnés parfois, dans le parenchyme ambiant, de sclérites isodiamétriques, directement différenciés aux dépens de ce parenchyme (*Abies*, *Cedrus*). Lorsque la lame est dense, formée d'éléments intimement accolés, elle peut être voisine de l'épiderme (*Pseudotsuga*) ou distante de ce dernier. Un exoderme plus ou moins épais se forme alors dans le paren-

chyme interposé. Ce parenchyme peut lui-même être formé des mêmes éléments que le reste du parenchyme mésophyllien (*Tsuga*, *Larix*), ou par des cellules rameuses (*Picea*).

La lame interne de soutien ne prend naissance qu'après le niveau d'insertion vasculaire des graines. Elle se différencie sous les ailes séminales dont l'épaisseur est ainsi déterminée par la distance de la lame scléreuse à l'épiderme interne de l'écaille. C'est, en effet, au contact de cette lame que se rompent les cellules minces de l'aile. Aucun méristème subérigène ne provoque le détachement de cet organe de dissémination de la graine.

Dans les espèces à sclérenchyme externe lâche (*Abies*, *Cedrus*, *Keteleeria*), la lame interne offre le même caractère ; les fibres sont rares et les sclérites courtes dominent. Mais, lorsque la lame externe est dense, la lame interne l'est aussi. Celle-ci diffère de la première par la forme des éléments qui ne sont, le plus souvent, que les cellules du parenchyme directement épaissies et lignifiées. Dans la région de l'aile, cette lame est fendue en deux moitiés suivant la carène de l'écaille (*Pseudotsuga*, *Pinus*, *Larix*) ou continue sous cette carène (*Picea*).

Un seul genre, le *Pseudotsuga*, offre, au sein du parenchyme, de grosses sclérites isolées, à pointes multiples très saillantes.

§ 2. — Si nous essayons d'appliquer les notions précédentes à la recherche du degré de parenté mutuelle des genres de la tribu, la tâche devient plus délicate. Il faut en effet distinguer les caractères phylétiques, qui exprimeront la parenté généalogique des genres, des caractères d'adaptation qui montrent souvent des ressemblances frappantes, mais superficielles.

Le caractère anatomique le plus constant de la tribu se manifeste dans le mode d'union des appendices avec l'axe du cône. La bractée mère et l'écaille séminifère, vasculairement distinctes dès l'origine sur l'axe, sont toujours unies, à la

base, en une gaine parenchymateuse commune, qui se relie au parenchyme cortical de l'axe.

La portion libre de ces appendices présente, au contraire, des modifications nombreuses qui sont, pour chaque genre, des variations d'adaptation, fixées ensuite par l'hérédité. La cause première de ces variations réside dans la fonction de protection et de dissémination que ces organes doivent remplir vis-à-vis des graines.

Si, dans cette région basilaire d'insertion, commune à l'axe et aux appendices, nous interrogeons celui des appareils qui, offrant la plus grande constance dans sa modalité, nous montre, par cela même, qu'il est, dans une large mesure, indépendant des variations d'adaptation, nous pourrons accorder une certaine confiance aux indications qu'il fournira.

L'appareil sécréteur nous paraît, sous ce rapport, devoir être préféré à l'appareil vasculaire dont le rôle physiologique est trop important pour ne pas se plier aux exigences immédiates du milieu (1).

La présence de canaux corticaux dans la tige est constante pour toute la tribu (2). Nous avons montré que, dans le rameau femelle (axe du cone), cette constance se double d'une grande régularité dans la disposition et le trajet de canaux. S'il se produit une perturbation, elle est le fait des causes secondaires qui n'infirment pas la régularité primitive. La même constance se retrouve dans la liaison originelle du système sécréteur des appendices avec celui de l'axe : partout, cette liaison est symétrique, par rapport au plan vertical médian des appendices. Mais, la régularité de disposition du système sécréteur varie dans la tribu, si nous recherchons le mode suivant lequel la paire appendiculaire se rend dans le pédicule. C'est dans la modalité originelle du système

(1) Nous ne voulons pas dire par là que le système vasculaire ne peut donner aucuns renseignements phylétiques. Tout appareil peut conserver des caractères ancestraux, lorsqu'il est situé dans une région où ne l'atteignent pas les influences dites d'adaptation.

(2) Van Tieghem. — *Mémoire sur les canaux sécréteurs des plantes.* — Ann. Sc. nat. Bot., V. S. 1872.

sécréteur appendiculaire que nous rechercherons les liens de parenté des différents genres de la tribu.

Les *Pinus* forment un groupe d'espèces qui s'isole nettement : la paire appendiculaire des canaux, longuement décurrente, arrive dans le pédicule sans aucune division.

Dans tous les autres genres, le système sécréteur appendiculaire est déjà plus complexe à son entrée dans le pédicule. Chez les *Picea*, *Larix*, *Pseudotsuga*, *Tsuga*, *Abies*, la paire appendiculaire donne, dès le parenchyme cortical de l'axe, une paire de branches montantes qui s'unissent le plus souvent en arc au-dessus du système vasculaire de l'écaille. C'est de cet arc que partent les branches appendiculaires supérieures. Leur nombre irrégulier est assez élevé chez les *Larix*, *Picea*, *Pseudotsuga*, se réduit chez les *Tsuga* et devient régulièrement limité à deux chez le plus grand nombre des *Abies*. Enfin, quelques espèces de ce dernier genre offrent une plus grande réduction : un seul canal, médian, part du sommet de l'arc.

Cet arc est ordinairement distinct, quoique assez rapproché des deux canaux caulinaires qui embrassent l'insertion. Cependant, chez certains *Abies*, il se fusionne à la base avec ces canaux; chez les *Cedrus*, cette fusion est constante et très accentuée, de sorte que l'unique canal supérieur médian se relie par une courte bifurcation avec les caulinaires eux-mêmes; on a vu que ce canal est d'ailleurs grêle et disparaît bientôt dans le pédicule. Comme, d'autre part, la paire appendiculaire normale, inférieure, reste localisée, avec ses ramifications, sous le bois des faisceaux, comme chez les *Pinus*, on voit que les *Cedrus* offrent un point de contact avec ce dernier genre et se relient d'autre part aux Sapins par ceux de ces derniers qui n'offrent qu'un canal supérieur médian dans la carène de l'écaille.

Dans les autres genres, le nombre des canaux appendiculaires partant de l'arc offre des variations irrégulières. On ne saurait donc en tirer des liens probables de parenté. Seule, la présence de cet arc, qui manque toujours chez les *Pinus*,

et se montre rudimentaire chez les *Cedrus*, rapproche les genres *Tsuga*, *Pseudotsuga*, *Larix*, *Picea* du genre *Abies*, où l'arc est constant et régulier dans le nombre des canaux appendiculaires qu'il fournit.

Le sclérenchyme peut aussi donner des indications de parenté, si l'on s'adresse plutôt à la forme des éléments qu'à leur distribution. Les longues fibres rondes fusiformes, le plus souvent isolées, que l'on rencontre seulement chez les *Cedrus*, *Abies*, *Keteleeria*, nous semblent constituer un commun caractère ancestral d'autant plus sûr qu'il appartient à des genres qui diffèrent quant au mode de déhiscence du cone. Les Sapins et les Cèdres ont un autre trait commun dans les cellules scléreuses isodiamétriques du sommet des écailles; ces cellules manquent chez les *Keteleeria*, qui se rapprochent d'autre part des *Abies* par les cellules à mucilage.

Enfin, si nous interrogeons le mode d'union vasculaire des graines avec l'écaille, nous voyons que, pour chaque graine, dans toute la tribu, un faisceau se détache du système vasculaire supérieur et monte vers la chalaze. La bifurcation du faisceau à ce niveau et l'innervation du tégument séminal chez les *Abies* et les *Cedrus* rapproche l'un de l'autre ces deux genres en les séparant du reste de la tribu où le faisceau s'arrête à la base de la graine.

En résumé, la tribu des Abiétinées nous apparaît comme un groupe nettement défini par ses caractères carpologiques. Nous avons exprimé les plus importants en tête du tableau A. Mais si la tribu est bien définie, elle n'est pas absolument homogène, et l'anatomie du cone permet d'y pratiquer des groupements secondaires. C'est ainsi que le genre *Pinus* s'isole de tous les autres. Les genres *Cedrus*, *Abies*, *Keteleeria* ont d'importants caractères communs. Quant aux points de ressemblance que les autres genres présentent, soit entre eux, soit avec ceux qui précèdent, ils nous semblent plus obscurs. Il est permis de penser que les espèces, aujourd'hui disparues de cette importante tribu, pourraient donner, dans cette voie, d'utiles indications.

§ 3. — Si l'on considère comme suffisant le nombre des espèces ci-dessus étudiées, on peut, par quelques-uns des caractères histologiques des écailles séminifères du cone, déterminer le genre auquel elle se rapporte.

Nous résumons, sous la forme d'un tableau synoptique, les principaux caractères invoqués dans ce but.

Ce tableau est surtout artificiel et n'a pas la prétention d'ordonner les rapports de parenté des genres qu'il rapproche les uns des autres.

Toutefois, et comme il a été dit au paragraphe 2, les caractères histologiques communs à tous ces genres et exprimés en tête du tableau pour définir la tribu, ont, à notre avis, une plus grande valeur au point de vue du système.

Tableau A.

TRIBU DES ABIÉTINÉES.

I. — *Le système secréteur des appendices est toujours pair à l'origine. (Les canaux appendiculaires sont insérés sur 2 canaux caulinaires, de part et d'autre du plan vertical médian).*

II. — *La coalescence parenchymateuse de l'écaille et de la bractée ne dépasse jamais le niveau d'insertion vasculaire des graines.*

III. — *Le faisceau séminal assez long, se détache du système vasculaire de l'écaille au-dessous du niveau de la chalaze.*

Une coupe transversale de l'écaille vers le milieu de la graine présente des canaux secréteurs..........

- **1**. Dans le parenchyme interne seulement (fig. 78, 92, 83, 29). *Une section transversale de l'écaille au milieu de l'aile de la graine montre* :........
  - **A**. *Canaux interfasciculaires* (fig. 80). — Faisceaux grêles (fig. 81)........ **Tsuga**.
  - **B**. *Canaux dans le parenchyme interne seulement* (fig. 94) ; à la base de l'écaille, sous l'arc vasculaire, le parenchyme est gorgé de résine brune; longs poils épidermiques pluricellulaires sur l'axe et le pédicule........ **Larix**.
  - **C**. *Canaux dans les deux parenchymes, externe et interne* (fig. 85, 34).
    - Faisceaux très accrus, à cambium semi-circulaire ; des sclérites à pointes multiples dans le parenchyme (fig. 85)........ **Pseudotsuga**.
    - Faisceaux peu accrus, à cambium plan : cellules à mucilage (fig. 49).. **Abies**.
- **2**. Dans le parenchyme externe et interne (fig. 54, 64, 87)........
  - **A**. *Canaux également répartis dans les deux parenchymes* (fig. 56). Nombreuses cellules à mucilage (fig. 59). Pas de sclérenchyme dorso-basilaire (fig. 54)........ **Keteleeria**.
  - **B**. *Un seul canal médian dans la carène ; la masse des canaux dans le parenchyme externe* (fig. 64). Tissu fibro-mucilagineux de déhiscence (fig. 72)........ **Cedrus**.
  - **C**. *La masse des canaux dans le parenchyme interne ; quelques canaux latéraux dans le parenchyme externe* (fig. 87). Parenchyme lacuneux dorsal au niveau de l'aile séminale (fig. 88)........ **Picea**.
- **3**. Dans le parenchyme externe seulement (fig. 101). — Faisceaux très accrus à cambium semi-circulaire (fig. 106).. **Pinus**.

CHAPITRE II

TAXODIÉES.

Bentham et Hooker admettent dans cette tribu cinq genres :

Cryptomeria, Don.
Taxodium, Rich.
Sequoia, Endl.
Athrotaxis, Don.
Cephalotaxus, Sieb. et Zucc.

On s'accorde aujourd'hui pour ranger ce dernier genre dans les Taxacées. Dans son travail de 1879, Strasburger l'étudie à côté du *Ginkgo*. Une étude anatomique plus récente de Van Tieghem (*Bull. Soc. bot. Fr.*, avril 1891), tire des organes végétatifs un rapprochement analogue. Nous croyons devoir suivre cette opinion et distraire le *Cephalotaxus* de notre étude de la tribu des Taxodiées.

§ 1. — **Cryptomeria** Don.

Ce genre ne comprend qu'une seule espèce admettant elle-même des variétés remarquables.

CRYPTOMERIA JAPONICA Don.

Syn. *Cupressus japonica* (L. fil.).
Taxodium japonicum (Brongn).

Les écailles des tranches médianes du strobile sont seules fertiles. Celles du sommet et celles de la base sont stériles et offrent extérieurement, surtout ces dernières, d'insensibles transitions aux feuilles ordinaires. Nous verrons que l'anatomie du cone confirme ce passage graduel.

1° CONE JEUNE

A. Axe du cone.

L'axe est renflé en olive. Des coupes transversales à divers niveaux présentent un cercle de faisceaux d'où s'échappent des branches vasculaires allant aux appendices (Pl. XI, 113, 114).

Van Tieghem (1869) et Strasburger (1872) ont figuré la sortie de ces branches dans les écailles fertiles : une branche médiane et deux latérales fournies par les réparateurs voisins de la première. Ici, comme chez les Abiétinées, il y a donc distinction vasculaire, dès l'origine, entre la bractée mère et l'écaille ovulifère. Eichler (1881) regarde, au contraire, l'appendice fertile du *Cryptomeria* comme une feuille, l'écaille intérieure ne représentant qu'un dédoublement fructifère de cette feuille.

Nous avons toujours trouvé une distinction originelle, dès l'axe, entre les trois faisceaux sortants. Il y a toutefois cette différence avec le système vasculaire des Abiétinées que, chez le *Cryptomeria*, la sortie des trois branches hors du cercle vasculaire de l'axe s'effectue sensiblement au même niveau (115). Dans les Abiétinées, les faisceaux latéraux, toujours plus développés, s'insèrent un peu plus haut que le médian; en d'autres termes, le système vasculaire de la bractée mère est plus longuement décurrent que celui de son produit axillaire.

La décurrence égale pour les trois faisceaux chez le *Cryptomeria*, pourrait faire considérer ce système comme une trace foliaire multiple. On trouve en effet, chez les Phanérogames, des traces foliaires comportant à l'origine plusieurs faisceaux. Mais il n'en est pas ainsi chez les Conifères, en général, et chez le *Cryptomeria* en particulier. Dans ces plantes, le départ vasculaire de la feuille s'effectue sous la forme d'un faisceau simple, et cette considération doit suffire pour nous empêcher de considérer le triple système qui nous

occupe comme l'unique représentant du système vasculaire d'une feuille.

Tout ce qui précède a trait à l'appareil vasculaire des écailles moyennes fertiles. Si l'on étudie les appendices vers la base, on voit diminuer progressivement les faisceaux latéraux, qui font tout à fait défaut pour les écailles foliaires basilaires. En même temps, le faisceau médian prend de nouveaux caractères qui en font un véritable faisceau foliaire; il s'élargit, et, à la partie ligneuse de ses flancs, se rattachent deux tractus vasculaires latéraux, formés de cellules aréolées. C'est le tissu de transfusion que l'on rencontre accompagnant le faisceau de la feuille végétative (113, 116, *ff*).

Un autre caractère anatomique vient encore confirmer ce passage graduel. Des sclérites isolées, à section polygonale, se rencontrent dans le parenchyme médullaire de la tige; on les retrouve dans l'axe du cône, à la base, jusqu'au niveau d'origine des écailles fertiles (113). Ces sclérites passent dans les appendices stériles (115, 116). On ne les rencontre jamais à l'origine des écailles fertiles.

Enfin, le parenchyme lui-même présente une structure différente. Dense, régulier, formé de petits éléments dans les écailles fertiles et dans le parenchyme cortical de l'axe à leur niveau, il est, au contraire, formé de cellules inégales, lâchement unies, dans les écailles stériles et dans la portion du parenchyme cortical de l'axe qui leur correspond. Cette dernière structure est d'ailleurs celle du parenchyme foliaire ordinaire et l'on sait qu'on peut, dans la tige, considérer le parenchyme cortical comme virtuel et confondu avec les coussinets décurrents et concrescents des feuilles. Chaque feuille commence à s'individualiser dès que se détache du cercle vasculaire axial le faisceau qui doit l'innerver (113). Aussi, le canal secréteur adossé à tout faisceau foliaire, prenant naissance à ce niveau, doit-il être considéré lui-même comme exclusivement foliaire. Il en est de même pour le canal adossé au faisceau médian du triple système vasculaire des écailles fertiles.

L'axe du cone ne présente donc pas de canaux sécréteurs caulinaires chez le *Cryptomeria*.

B. APPENDICES.

Une coupe tangentielle de l'axe du cone (115, 116) montre, comme nous venons de le voir, de la base à la partie médiane de ce cone, toutes les transitions entre la feuille végétative ordinaire à un seul faisceau et l'écaille fertile trifasciculée. C'est de cette dernière que nous nous occuperons.

a. *Appareil vasculaire*. — Immédiatement après leur sortie de l'axe, les deux faisceaux latéraux détachent, du côté du plan vertical médian, deux branches qui se rapprochent de ce plan (116). Les faisceaux extrêmes continuent à se diviser plus loin, en suivant l'élargissement de l'écaille. La division affecte toujours les faisceaux latéraux, et les branches filles, détachées vers le haut et vers le bas, sont disposées, sur la section transversale, en une ellipse à grand axe horizontal dont fait partie, sans autre distinction apparente que sa grosseur, le faisceau médian du système triple originel (117, 118).

Au sommet de l'organe, une languette plate se sépare vers l'extérieur, entraînant le faisceau médian et quelques ramuscules très réduits dérivant des faisceaux voisins (119, *B*).

Le reste de l'écaille s'isole en se découpant, de l'extérieur à l'intérieur, en 4-6 segments qui entraînent chacun 1-2 faisceaux, selon leur grosseur. Ces faisceaux dérivent de l'ellipse vasculaire formée par les faisceaux latéraux originels (119, *E*).

b. *Canaux sécréteurs*. — L'appareil sécréteur, dans l'écaille fertile, ne reste pas limité au seul canal adossé au faisceau médian. Dès l'individualisation de l'écaille hors de l'axe, deux canaux naissent de chaque côté du premier et à peu près sur le même plan (117). Grêles au début, ils atteignent et peuvent même dépasser le diamètre du premier, qu'ils accompagnent jusque dans la languette libre où se termine le faisceau médian. Enfin, depuis l'insertion des ovules jusqu'au sommet de l'écaille, d'autres canaux prennent naissance

dans le parenchyme extérieur à l'ellipse vasculaire. Ces canaux se disposent très régulièrement dans les intervalles des faisceaux et en dehors d'eux. Seul, le canal premier-né, resté adossé au faisceau inférieur médian (118).

Les canaux interfasciculaires se retrouvent, au sommet de l'écaille, dans les segments libres où ils sont de même disposés entre les faisceaux. Dans le cas d'un seul faisceau entraîné, ils se disposent latéralement par rapport à ce faisceau ; ils ne sont jamais adossés comme le canal médian de la languette externe.

Tout cet appareil sécréteur présente un caractère qu'on ne rencontre pas chez les Abiétinées. Dans ce dernier groupe, en effet, les canaux subissent, dès l'origine, une ramification très nette et souvent abondante. Chez le *Cryptomeria*, ce sont de longues poches isolées, sans ramification.

2° CONE ADULTE.

La maturation du cone apporte à la structure précédente quelques modifications.

L'accroissement en épaisseur des écailles se localise surtout dans la région dorsale, et contribue à assurer la pression mutuelle des écailles, en déterminant chez ces organes une courbure à concavité interne. L'occlusion est complétée, aux points de contact, par la croissance des cellules épidermiques en poils qui s'enchevêtrent (126, 127). Ces poils ne s'épaississent pas et ne présentent aucune lignification, sauf quelques-uns qui prennent l'aspect de cellules scléreuses courtes, à lumen étroit (129).

a. *Appareil vasculaire.* — Les faisceaux prennent, dans leur partie ligneuse, un accroissement notable, en rapport avec la fonction de soutien qu'ils remplissent dans l'écaille persistante. Des fibres libériennes se différencient, disposées en strates concentriques.

A la base de l'écaille, l'accroissement en épaisseur des trois faisceaux originels entraîne leur confluence en un système unique (120, 121) dont la dislocation ne s'effectue qu'à

un niveau plus élevé (122). Plus haut, l'ellipse primitive, formée par l'ensemble du système vasculaire, subit une déformation. A mesure que l'écaille s'élargit, les faisceaux suivent cet accroissement en s'écartant les uns des autres. Les faisceaux latéraux s'abaissent en même temps, de sorte que l'ellipse primitive est comme courbée tout entière en un arc à concavité inférieure, concavité dont le faisceau médian inférieur occupe le sommet (123-126).

Très rapprochés de l'épiderme interne de l'écaille jusqu'au niveau d'insertion des graines, les faisceaux supérieurs s'en écartent ensuite peu à peu (127) et vont se terminer dans les segments libres de l'écaille.

Peu après l'insertion séminale, les faisceaux se munissent sur les flancs, de tissu de transfusion aréolé. Ce tissu augmente progressivement d'importance vers le sommet et présente son maximum de développement sur les faisceaux latéraux. Il diminue au contraire à mesure qu'on se rapproche du plan médian de l'organe, de sorte que les faisceaux médians supérieur et inférieur en sont à peu près dépourvus (126).

Les cellules à parois épaisses qui le constituent, sont unies en massifs denses qui se relient intimement aux faces latérales du faisceau. Parmi ces éléments, les premiers formés résultent de la différenciation directe des cellules du parenchyme ambiant ; ensuite, le massif s'accroît par une multiplication cambiforme de ses cellules qui restent ainsi disposées par petits groupes sériés (128).

b. *Canaux sécréteurs.* — Des changements importants se manifestent dans l'appareil sécréteur pendant la maturation du strobile. Ils consistent dans l'accroissement en diamètre des canaux, accroissement qui provoque souvent des fusions accidentelles.

Le canal dorsal primitif est surtout le siège d'une dilatation énorme qui en fait une immense poche sécrétrice. Parfois des canaux voisins sont englobés dans ce réservoir, dont le diamètre peut atteindre le tiers de celui de l'organe entier

vers le niveau d'insertion des graines et un peu au delà (124, 125).

D'autres canaux, moins développés, l'accompagnent, et l'ensemble de ce système sécréteur, localisé dans la région du parenchyme sous-jacente à l'ellipse vasculaire, diminue peu à peu par extinction centripète des canaux. Le canal médian s'éteint le dernier sous le faisceau terminal de la languette externe (127).

Quant aux canaux qui, comme nous l'avons vu dans le cône jeune, prennent naissance dans le parenchyme superposé à l'ellipse vasculaire, du côté des graines et après l'insertion de ces dernières, ils prennent un développement prédominant quand le système inférieur commence à s'éteindre. Ils atteignent leur maximum au niveau de séparation de la languette externe (127).

Appareil de soutien et de protection. — Au système ligneux des faisceaux, qui joue le plus grand rôle dans la fonction de soutien de l'écaille, s'ajoutent de nombreuses fibres isolées, à parois épaisses, à section ovale ou arrondie. Outre ces fibres allongées, d'autres sclérites courtes à parois plus minces, à section plus large, se distribuent irrégulièrement dans tout le parenchyme (124-129).

L'épiderme change de structure selon la région considérée. Allongé en poils cellulosiques minces aux points de contact des écailles entre elles, il demeure simple et à cuticule épaisse dans les autres régions.

Un exoderme fibreux se différencie sous l'épiderme externe delalanguette libre extérieure (127).

d. *Déhiscence.* — La mise en liberté des graines nécessite un écartement relativement minime des écailles dont l'imbrication est faible. Tout d'abord, chaque écaille subit, par dessiccation, un rétrécissement général qui amème une première disjonction. L'enchevêtrement des poils épidermiques est en partie détruit. Ensuite, le retrait de la masse parenchymateuse s'accentue de plus en plus et devient maximum pour la partie dorsale de l'écaille où cettemasseest, comme on l'a vu,

prédominante. Il en résulte une légère courbure de l'appendice vers l'extérieur.

Aucun appareil spécial de déhiscence n'est donc nécessaire dans ces écailles épaisses, où le retrait du parenchyme par dessiccation suffit pour provoquer l'ouverture du cone.

La disposition du sclérenchyme en éléments isolés et disposés sans ordre ne s'oppose d'ailleurs nullement à ce retrait.

En résumé, nous trouvons dans la structure interne du cone de *Cryptomeria* un ensemble de caractères qui diffèrent notablement de ceux que nous offrent les cones des Abiétinées. La prolongation, bien au delà des graines, d'une gaine parenchymateuse commune aux deux systèmes vasculaires de la bractée et de l'écaille ; la disposition des faisceaux de ces deux systèmes en une ellipse fermée ; la structure et la disposition des canaux sécréteurs, etc., sont autant de particularités importantes qui justifient l'autonomie du genre et le séparent profondément de ceux que nous venons d'étudier.

§ 2. — **Taxodium** Richard.

Le genre *Taxodium* comprend trois espèces.

I. — TAXODIUM DISTICHUM Rich.

Syn. *Cupressus disticha*, L.
» *Virginiana*, Plunk
Schubertia disticha, Mirb.

1° CONE JEUNE

La structure anatomique du cone jeune rappelle, par beaucoup de points, celle du cône de *Cryptomeria*.

a. *Appareil vasculaire*. — Trois faisceaux se détachent, au même niveau, du cercle vasculaire de l'axe, comme chez le *Cryptomeria* (130). Ces faisceaux se rendent aux appendices doubles (bractée mère et écaille séminifère). Le faisceau inférieur médian reste simple et représente le sys-

tème vasculaire de la bractée ; les deux faisceaux latéraux se divisent, mais seulement à partir du milieu de leur trajet. Parfois, l'un de ces faisceaux se ramifie dès la base et donne une branche supérieure qui se place, trachées en bas, au-dessus du faisceaux médian ; mais cette branche peut manquer et se montre d'ailleurs peu développée, quand elle existe.

L'axe est très réduit et les faisceaux peu nombreux, grêles et bien séparés.

b. *Canaux sécréteurs.* — La disposition générale des canaux est celle qui a été décrite pour le *Cryptomeria.* Le coussinet basilaire de chaque écaille est marqué, dès son origine, par la naissance d'un canal sécréteur. C'est le canal dorsal du faisceau médian inférieur, c'est-à-dire du faisceau qui représente le système vasculaire de la bractée. D'autres canaux, latéraux, naissent ensuite et restent localisés au-dessous de ce système vasculaire. Plus haut, un second groupe de canaux se forme vers l'intérieur de l'écaille.

2° CONE ADULTE

A. AXE DU CONE.

Cet axe diffère peu de celui du strobile jeune ; il ne prend qu'un accroissement insignifiant et les faisceaux de son cercle vasculaire restent toujours grêles et distincts. Une autre particularité donne à ce cercle un aspect spécial. Les trois faisceaux sortants, destinés à chaque écaille, se détachent en même temps du cercle sous un angle très aigu : ils sont longuement décurrents. Leur sortie détermine, dans le cercle vasculaire de l'axe, une brèche relativement grande et comme une semblable perturbation se reproduit plusieurs fois sur une faible longueur de l'axe, ce cercle vasculaire présente constamment une profonde irrégularité dans la disposition de ses faisceaux (Pl. XII, 130).

B. APPENDICES.

L'écaille, à son état de développement définitif, présente

une base très grêle, qui la relie à l'axe, et une portion terminale large, étalée en forme d'écusson (131). Les écussons contigus s'accolent latéralement et se soudent intimement. La face aérienne de chacun d'eux offre, à la partie inférieure un petit mucron qui représente la languette plate externe du *Cryptomeria*. L'assimilation est rendue plus frappante par la présence, au-dessus de ce mucron, d'une rangée courbe de petits tubercules qui rappellent les segments internes de l'écaille dans ce dernier genre. Certaines variétés de *T. distichum* présentent un développement notable de ces tubercules.

a. *Appareil vasculaire.* — Cet appareil reste, à la base de l'écaille adulte, limité aux trois ou quatre faisceaux primitifs (132-133). Ils restent grêles et ne confluent pas en un système unique comme chez le *Cryptomeria.*

Le faisceau inférieur médian se termine tout d'abord au voisinage du mucron externe (131).

Les faisceaux latéraux et le faisceau supérieur médian, quand il existe, montent plus haut dans la partie élargie de l'écaille. A mi-hauteur des graines environ, les faisceaux latéraux détachent des branches en dessus et en dessous du plan qui leur est commun (134) pour former, dans la portion élargie de l'écaille, une ellipse de faisceaux qui s'accompagnent, à leur sommet, d'un abondant tissu de transfusion. Les tractus vasculaires ainsi formés tendent à s'unir latéralement en une lame ondulée qui suit le contour extérieur irrégulier que forment les tubercules de l'écaille (135).

Les éléments du tissu de transfusion comprennent des cellules aréolées et des cellules rayées ou spiralées.

b. *Canaux sécréteurs.* — De même que chez les *Cryptomeria*, le système des canaux se sépare en deux groupes.

L'un, externe, comprenant le canal médian dorsal primitif et quelques canaux latéraux, occupe seul la base rétrécie de l'écaille. Les canaux augmentent de diamètre, surtout le médian qui devient (avec le concours fréquent de canaux proches fusionnés avec lui), une énorme poche dor-

sale proéminant sous l'écaille comme une vésicule résineuse. Cette vésicule est courte, elle se termine avant le mucron externe (131). Il en est de même des canaux latéraux qui l'accompagnent.

L'autre groupe, interne, prend naissance après l'insertion des graines et comprend plusieurs poches allongées, souvent sinueuses, qui occupent le parenchyme interne de l'écusson, en dedans de la lame vasculaire. Souvent, ces poches font saillie à l'intérieur sous la forme de grosses vésicules.

La séparation des canaux en deux groupes interne et externe, se montre ici plus accentuée que chez les *Cryptomeria*. C'est le résultat de la forme particulière de l'écaille, dans laquelle la portion qui semble représenter la bractée mère est beaucoup plus courte que celle qu'on peut attribuer à son produit axillaire et qui constitue l'écaille séminifère proprement dite.

c. *Appareil de soutien et de protection.* — Le peu de développement du système ligneux des faisceaux nous indique que leur rôle, dans la fonction de soutien est à peu près nul. Cette fonction se trouve remplie par un tissu scléreux formé d'éléments courts, isolés ou unis par petits groupes, tissu qui se localise particulièrement dans la partie externe du parenchyme de l'écusson.

La densité de ce tissu augmente au voisinage de l'épiderme sous lequel les sclérites s'unissent en une ou plusieurs assises irrégulières. Il se constitue ainsi une sorte de croûte solide, chaque écusson bombé formant comme une petite voûte rigide. De là l'aspect et la consistance nuculaire du fruit à la maturité.

Quant à la forme des éléments de ce tissu de soutien, elle est variable selon la région.

Sous l'épiderme, les cellules scléreuses unies en couche dense, offrent, avec un épaississement notable, une section carrée ou rectangulaire (136). A l'intérieur, les sclérites toujours courtes, se montrent irrégulières, arrondies ou polygonales, souvent hérissées de pointements aigus.

Dans le parenchyme interne de l'écaille, les sclérites sont extrêmement rares.

Il faut ajouter à cette rigidité de la partie externe des écailles un mode d'union entre elles qui les rend absolument solidaires les unes des autres. Les régions en contact se montrent unies par une bande de tissu à parois minces, comprenant 4-5 assises de cellules. C'est comparable, comme aspect, au mode d'union des écailles des Pins. Comme chez ces dernières, il est impossible de distinguer dans ce tissu la part qui revient à l'une et à l'autre écaille.

d. *Déhiscence du strobile.* — La mise en liberté des graines s'effectue assez irrégulièrement. Tantôt les cones entiers tombent sur le sol, par rupture de leur pédoncule grêle ; tantôt les cones s'ouvrent sur l'arbre et s'émiettent par fragments qui peuvent comprendre une ou plusieurs écailles. Enfin, il arrive que des cones se dessèchent sans s'ouvrir, s'opposant ainsi à la dissémination de leurs graines. C'est là une particularité analogue à celle que présentent certains cônes de Pins dont l'occlusion est trop parfaite et qui restent clos, longtemps après la maturité des graines.

Lorsque le cone s'ouvre, on remarque que les écailles disjointes ne laissent subsister, après leur séparation, aucune trace de l'axe. Ce dernier se fend et se rompt en fragments qui accompagnent chaque écaille. Nous avons vu comment la disposition du système vasculaire facilitait cette rupture (130).

Une semblable disjonction se produit même dans les cones secs non déhiscents. Le parenchyme de la base de l'écaille et de la région interne de l'écusson se desséchant, exerce, par retrait, une traction sur l'axe qui se fend et se disjoint. Cette traction trouve d'ailleurs son point d'appui dans la croûte solide externe du strobile.

II. TAXODIUM HETEROPHYLLUM (Brongn.).

Syn. *Glyptostrobus heterophyllus* Endl.

Nous n'avons eu à notre disposition que des échantillons adultes et secs.

A. Axe du cone.

Cet axe présente les caractères anatomiqnes d'un axe de cone de *Cryptomeria.* Les faisceaux libéroligneux sont intimement unis en un anneau continu et le liber est abondamment muni de fibres stratifiées (137).

B. Appendices.

L'écaille offre l'aspect extérieur d'une écaille de *Cryptomeria* dans laquelle les segments terminaux seraient raccourcis et constitués par de petits mucrons.

a. *Appareil vasculaire.* — Cet appareil, à l'origine, est disposé en arc complètement formé (138). C'est à peine si une légère asymétrie le distingue d'un cercle vasculaire de rameau. Ce système unique ne tarde pas à se diviser en faisceaux distincts qui se disposent suivant une ellipse, à la manière du système vasculaire de l'écaille de *Cryptomeria* (139, 140). Cependant, une différence intervient dans le nombre, la disposition et la structure des faisceaux ; ils sont moins nombreux que chez le *Cryptomeria;* les vaisseaux ne présentent pas des parois aussi épaisses, et le faisceau adulte n'offre pas la rigidité qu'on remarque chez ce dernier genre. L'ellipse conserve sa régularité jusqu'à l'insertion des graines, elle ne se déforme pas.

Dès la séparation des faisceaux, le médian inférieur s'isole et, comme dans les genres précédents, continue sans division sa course jusqu'au niveau du mucron inférieur externe de l'organe. A partir de l'insertion des graines, les autres faisceaux de l'ellipse s'éteignent peu à peu et les médians se terminent au sommet de l'écaille au voisinage des mucrons supérieurs.

Les faisceaux s'accompagnent d'un tissu de transfusion peu développé.

b. *Canaux sécréteurs.* — La disposition générale des ca-

naux est celle qui a été décrite pour le *Cryptomeria* et le *Taxodium distichum ;* outre le canal dorsal du faisceau médian, des canaux naissent latéralement, formant, à la partie inférieure de l'ellipse vasculaire, un système qui diminue après l'insertion séminale, et s'éteint. Un système supérieur, localisé au-dessus de l'ellipse vasculaire, prend naissance à ce même niveau, croît, puis s'éteint au sommet de l'écaille séminifère (139, 140).

Toutefois, on ne remarque pas, comme chez les *Cryptomeria* et le *Taxodium distichum*, une dilatation de certains de ces canaux en larges poches à résine. Il faut noter l'accumulation de la substance sécrétée dans les 4-6 assises de cellules qui bordent le canal. Débarrassées de leur contenu, ces cellules se comportent vis-à-vis des colorants comme si leurs parois étaient subérifiées. On peut rapprocher cette structure de celle des canaux de *Taxodium distichum* qui sont de même entourés, à l'état adulte, par un épais manchon de cellules gorgées de résine.

c. *Tissu de soutien.* — Un sclérenchyme à éléments isolés prend naissance dans tout le parenchyme, sans localisation précise. Il est formé de fibres à section arrondie, semblables à celles qu'on rencontre abondamment chez les *Cryptomeria;* mais ces éléments sont peu nombreux, et la majorité du sclérenchyme se compose de sclérites courtes, irrégulières, souvent munies de pointements, semblables en un mot à celles qu'on rencontre chez les *T. distichum.*

d. *Déhiscence.* — Nous n'avons pas eu l'occasion d'étudier directement la déhiscence du strobile; d'après les échantillons secs, elle semble s'effectuer comme chez les *Cryptomeria.* Le mode d'occlusion des écailles est d'ailleurs tout à fait semblable : il s'effectue par l'enchevêtrement de poils épidermiques.

III. — Nous avons étudié la structure anatomique de quelques variétés du *Taxodium distichum* Rich., notamment le *T. distichum pendulum* Carr. (*T. sinense*, Noisette, *Glyptostrobus pendulus* Endl.). L'histologie du cone est

exactement celle qui a été décrite pour l'espèce type. Le *T. distichum pendulum* se rapproche donc beaucoup plus du *T. distichum* Rich. que du *T. heterophyllum* Brgn.

L'adjonction de cette forme au genre *Glyptostrobus* créé par Endlicher pour cette dernière espèce n'est donc pas justifiée par les caractères tirés du fruit.

En résumé, si l'on compare les deux espèces bien distinctes *T. distichum* Rich. et *T. heterophyllum* Brgn., on voit que, par la structure anatomique du cone, elles offrent, chacune, de frappantes analogies avec le *Cryptomeria*. Ces ressemblances portent sur le mode d'origine et la distribution générale des canaux dans l'écaille, sur la disposition de l'appareil vasculaire de ce même organe et sur la nature du tissu de soutien. Cependant, des différences interviennent ; plus nettes entre le *Cryptomeria japonica* et le *Taxodium distichum*, espèces dont elles justifient la séparation en deux genres distincts, elles deviennent, chez le *T. heterophyllum*, des caractères de transition entre les deux autres.

Le système vasculaire de l'axe du cône, bien développé chez le *Cryptomeria* et le *T. heterophyllum*, se réduit considérablement chez le *T. distichum*.

La différence s'accentue dans l'écaille où l'ellipse vasculaire des *Cryptomeria* est accompagnée d'un fort développement des faisceaux. L'ellipse se retrouve, nette, chez le *T. heterophyllum*, mais déjà les faisceaux restent assez grêles à l'état adulte ; chez le *T. distichum*, les faisceaux supérieurs de l'ellipse sont forts réduits et remplacés, au point de vue fonctionnel, par un abondant tissu de transfusion irriguant tout le sommet de l'écaille.

La forme des éléments du sclérenchyme intervient également dans le même sens. Composé presque exclusivement de fibres allongées à section arrondie, à lumen très étroit, chez les *Cryptomeria*, le sclérenchyme admet surtout, chez les *T. distichum*, des éléments courts, isodiamétriques, à section plus large, munis de pointements plus ou moins

marqués. Ces deux formes de sclérites se retrouvent, chacune en proportion appréciable, dans le tissu de soutien du *T. heterophyllum*.

Enfin, d'autres caractères anatomiques peuvent être invoqués dans le même sens : le mode d'occlusion des écailles du *T. heterophyllum* (poils enchevêtrés) rapproche du *Cryptomeria* cette espèce qui offre, au contraire, un point de contact avec le *T. distichum* dans le développement de l'épais manchon de cellules sécrétrices de chaque canal.

En résumé, si l'on juge suffisantes, pour constituer des caractères génériques distincts, les particularités anatomiques qui séparent le *T. distichum* du *Cryptomeria japonica* (et nous pensons que ces caractères, ajoutés à ceux que fournit la morphologie externe, suffisent amplement pour justifier cette coupure systématique), il faut convenir que la troisième espèce, le *T. heterophyllum*, pourrait, avec quelque raison, être classée dans l'un ou dans l'autre genre. Nous croyons cependant plus accentués les caractères communs avec le *Cryptomeria*. Il conviendrait, avant de formuler une conclusion définitive, d'ajouter aux caractères de morphologie externe déjà connus, et aux particularités anatomiques du fruit que nous venons de formuler, les caractères anatomiques que peut fournir l'appareil végétatif de ces trois espèces. Alors seulement il serait possible de dire si l'élévation du *T. heterophyllum* Brgn. à l'état de genre (*Glyptostrobus* Endl.) est justifiée par l'ensemble de la morphologie externe et interne.

§ 3. — **Sequoia** Endlicher.

Ce genre comprend deux espèces.

I. — SEQUOIA SEMPERVIRENS Endl.

Syn. *Taxodium sempervirens* Lamb.
Schubertia sempervirens Spach.

1° CONE JEUNE.

A. Axe du cone.

Le cercle vasculaire se présente sous l'aspect d'un anneau libéro-ligneux continu, interrompu seulement par le départ des faisceaux allant aux appendices (142). L'implantation de ces appendices perpendiculairement à l'axe provoque la sortie, presque simultanée, du faisceau foliaire et des deux latéraux ; la décurrence de ce triple système est presque nulle. Les coupes transversales successives d'un pareil axe montrent donc toujours un véritable parenchyme cortical, qu'interrompt 3-4 départs de faisceaux. Ce parenchyme cortical ne présente aucun canal sécréteur.

Le liber des faisceaux offre des fibres en strates concentriques, comme chez les *Cryptomeria*.

B. Appendices.

a. *Appareil vasculaire.*— Dès le jeune âge du cône, une coalescence précoce s'établit entre les faisceaux sortants qui forment ainsi, à la base de l'écaille, un anneau complet. Malgré cette union intime, le faisceau médian inférieur s'isole assez nettement et cette séparation s'accentue à mesure que l'anneau se disloque dans l'écaille en faisceaux distincts, qui se disposent en une ellipse un peu aplatie à la partie inférieure.

L'insertion vasculaire des graines est réalisée par des cellules spiralées qui se détachent de la partie supérieure de l'ellipse à différentes hauteurs, ces départs s'effectuant successivement des deux côtés du plan vertical médian de l'écaille. Le dernier départ est impair et se trouve contenu dans ce plan. Il correspond à l'insertion de la graine médiane, qui est la plus élevée.

A partir de ce niveau, l'ellipse vasculaire s'étale de plus en plus ; le faisceau médian inférieur, qui n'a subi aucune division, se termine seul sous le mucron central qui peut être considéré comme représentant la portion libre de la

bractée mère ; les autres faisceaux se terminent, par extinction centripète, dans le sommet supérieur obtus de l'écaille séminifère.

b. *Canaux sécréteurs.* — Un canal naît d'abord sous le faisceau médian inférieur. Il se continue dans tout l'organe, adossé à ce faisceau et se termine avec lui dans le mucron externe. D'autres canaux latéraux naissent sous l'ellipse vasculaire.

L'appareil sécréteur de l'écaille reste ainsi localisé dans le parenchyme externe jusqu'au niveau de la dernière insertion séminale (146). De là, jusqu'au sommet, se forment de nouveaux canaux dans le parenchyme superposé à l'ellipse vasculaire et même à l'intérieur de cette ellipse. Ces canaux sont moins nombreux que ceux du parenchyme externe.

2° CONE ADULTE.

La maturation s'effectue en une année.

De bonne heure, l'épiderme de l'axe et celui des appendices sécrètent une substance d'un rouge foncé qui remplit les interstices des écailles et semble jouer un rôle protecteur pour les graines.

Plus tard se différencie un périderme sous-épidermique, qui donne un épais feuillet subéreux. Ce liège revêt l'axe et la surface non aérienne des écailles, sauf aux points de contact intime de ces dernières entre elles. Il semble avoir pour but de protéger le parenchyme sous-jacent contre la sécrétion de l'épiderme (142-146).

a. *Appareil vasculaire.* — L'appareil vasculaire est très développé à la maturité. Dès le début, le faisceau médian inférieur s'isole du reste de l'anneau qui conserve encore sa cohésion (143, 144). Plus haut, ce dernier se disloque, les faisceaux inférieurs latéraux restant les plus développés (145). Dans la portion la plus élargie de l'écaille, l'ellipse se montre comme disjointe suivant un plan horizontal médian. Cette disjonction atteint les faisceaux latéraux et n'est que le résultat du brusque accroissement en largeur de l'écaille (146).

Après l'insertion des graines, les faisceaux se munissent sur les flancs d'un tissu de transfusion aréolé, lequel augmente d'importance, au sommet et finalement termine les faisceaux. Il n'est pas également distribué sur toute la périphérie de l'ellipse et se montre plus abondant aux ailes. Ce tissu ne reste pas exclusivement accolé aux faisceaux ; il se répand dans les espaces interfasciculaires où il peut former des massifs isolés (146, 147).

La forme et le mode de multiplication des éléments aréolés sont typiques. En section transversale, ils ont l'aspect des vaisseaux ligneux ordinaires dont ils diffèrent cependant, par leur largeur plus grande et par leur longueur moindre. Ces cellules se multiplient par division et sont le résultat du jeu de petits cambiums isolés dont tous les segments se différencient en cellules aréolées. Aussi conservent-elles en général la disposition sériée d'un méristème (148).

Fréquemment, surtout dans les terminaisons extrêmes, ce méristème manifeste une tendance à se disposer en arc de cercle ou même en cercle complet.

Il faut ajouter que le faisceau inférieur médian ne prend qu'un faible tissu de transfusion et conserve, jusque dans le mucron terminal, sa structure régulière. Ce caractère le distingue de tous les autres faisceaux de l'ellipse, qui, à ce niveau, sont tous remplacés par du tissu de transfusion aréolé.

b. *Canaux sécréteurs.* — Les canaux gardent, dans le cône mûr, la disposition générale décrite plus haut. Ils ne présentent aucune régularité par rapport aux faisceaux, à l'exception d'un seul, le canal adossé au faisceau médian qui accompagne ce faisceau jusqu'au mucron où il se termine avec lui.

c. *Appareil de soutien.* — Il est constitué en grande partie, surtout à la base de l'organe, par le système ligneux des faisceaux. Dans la portion élargie, ce système s'augmente de sclérites isolées ou unies par très petits îlots et distribuées sans ordre dans le parenchyme. Ce sont des

fibres courtes, à section assez large, polygonales ou à angles légèrement arrondis.

d. *Déhiscence.* — La mise en liberté des graines s'effectue par une disjonction des écailles due à la dessiccation. Le sommet dilaté se resserre et s'aplatit, laissant entre les écailles un espace béant, par où s'effectue la dissémination.

II. SEQUOIA GIGANTEA (Lindl. et Gordon).

Syn. *Wellingtonia gigantea* Lindl.
Washingtonia californica Winsl.

L'anatomie du cone de cette espèce est, dans ses traits généraux, calquée sur celle du *Sequoia sempervirens.*

Le système vasculaire offre la même disposition; le même revêtement subéreux interne, avec sécrétion épidermique tapisse les écailles et l'axe (150-153).

Les différences les plus nettes consistent dans le développement beaucoup plus considérable des faisceaux ligneux, développement corrélatif des dimensions du strobile et de sa longue période de maturation (deux ans) (150, 151).

Dans le bois du faisceau, se forment des canaux, localisés à la pointe et, souvent aussi, au milieu du bois secondaire (154). Il y a alors deux couches superposées de canaux, séparées par une certaine épaisseur de vaisseaux ligneux. Ces canaux sont de forme irrégulière, larges, surtout ceux de la pointe des faisceaux ; ils sont accompagnés de parenchyme à parois minces qui les isole des vaisseaux. Avec les progrès de la maturation, les premiers canaux formés s'élargissent et confluent souvent en une vaste lacune qui occupe la pointe du faisceau. Les mêmes organes de sécrétion se retrouvent dans le bois de l'axe du cône, à la pointe des faisceaux (156).

Le sclérenchyme est semblable à celui qui prend naissance chez le *S. sempervirens.* Il est seulement plus développé (154, 155).

En résumé, la structure anatomique du strobile des deux espèces précédentes offre des caractères communs qui justifient leur réunion dans un même genre. Ces caractères sont les suivants :

1° Revêtement subéreux épais de l'axe et de la région interne des écailles et sécrétion épidermique spéciale de ces mêmes régions.

2° Coalescence originelle intime du système vasculaire de l'écaille sous la forme d'un anneau continu. (Ce dernier caractère se retrouve chez le *Taxodium heterophyllum* (Brongn.), mais beaucoup moins développé. D'ailleurs, le revêtement subéreux y fait défaut.)

Les différences anatomiques qui séparent le *S. gigantea* du *S. sempervirens*, sont peut-être plus grandes que celles qui distinguent entre elles certaines espèces de genres bien définis tels que *Abies*, *Pinus*. Insuffisantes toutefois pour constituer des caractères génériques, ces différences sont du même ordre que celles qui séparent en sections les espèces du genre *Pinus*, par exemple. On sait que dans ce dernier genre, on rencontre des espèces avec canaux dans le bois. Le développement du système ligneux des faisceaux et de l'appareil de soutien en général est lui-même fonction de la longueur de la période de maturation. C'est ainsi que les cones de la section « Strobus » (Engelm.) se distinguent de ceux de la section « Pinaster » par un moindre développement du système ligneux et du sclérenchyme et aussi par l'absence de canaux dans le bois.

Nous pensons qu'il y a lieu d'ajouter les caractères anatomiques du cone aux considérations que font valoir les botanistes qui s'appuient sur la morphologie externe pour réunir les deux espèces précédentes en un même genre, le g. *Sequoia*. Toutefois, ces mêmes caractères permettent d'établir deux sections dans le genre, sections que caractérisent la présence (*S. gigantea*) ou l'absence (*S. sempervirens*) de canaux sécréteurs dans le bois des faisceaux de l'axe et de l'écaille.

Chaque section ne comprendrait qu'une espèce, au moins dans les Conifères de notre époque.

Sequoia.	1. Section « Eusequoia »...	*S. sempervirens.*
	2. Section « Wellingtonia ».	*S. gigantea.*

§ 4. — **Athrotaxis** Don.

Ce genre comprend trois espèces.

Notre étude a porté seulement sur des échantillons d'herbier, mûrs et desséchés.

I. ATHROTAXIS SELAGINOIDES, Don.

A. Axe du cone.

Le mauvais état des échantillons ne nous a permis d'obtenir que des préparations imparfaites.

B. Appendices.

a. Appareil vasculaire. — Cet appareil sort dans l'écaille sous la forme d'un faisceau d'apparence unique, orienté comme un foliaire, avec les bords légèrement relevés. Cette forme serait le seul indice que ce faisceau fût le résultat de la soudure de trois faisceaux originels, comme chez le *Cryptomeria* par exemple. Dans ce dernier genre en effet, le système vasculaire, à l'origine, présente cette disposition à bords relevés, mais beaucoup plus accentuée et laissant apercevoir le faisceau médian qui s'isole plus loin. Chez l'*Athrotaxis selaginoides*, le système semble unique et rappelle beaucoup l'aspect d'nne trace foliaire. Sans se disjoindre dans sa région inférieure, ce système détache de ses ailes des branches plus grêles qui se placent au-dessus du faisceau, trachées en bas. Ces branches se rapprochent du plan vertical médian de l'écaille et, un peu plus haut, les ailes du système inférieur détachent deux nouvelles branches qui se disposent comme les premières.

Il peut se détacher ainsi 4-5 faisceaux, formant un système supérieur destiné aux graines (158-161).

C'est encore, comme dans les genres précédents, une ellipse vasculaire, produite par la ramification des faisceaux latéraux, mais extrêmement aplatie et très réduite, quant à sa partie supérieure.

La portion inférieure de l'ellipse, bien développée au contraire et offrant, assez loin dans l'écaille, une cohésion intime qui en fait comme un faisceau unique, se divise, dans la portion élargie de l'organe, en faisceaux distincts qui vont se terminer, par extinction centripète, au sommet de la lame externe (163-165).

Le système supérieur grêle se termine aux graines, et l'excroissance interne (157) de l'écaille est seulement parenchymateuse.

Dans la lame libre externe où se rendent et s'éteignent les faisceaux inférieurs de l'ellipse, ces faisceaux prennent de faibles ailes de tissu de transfusion.

b. Canaux sécréteurs. — Ici encore, nous retrouvons, dans ses traits généraux, la disposition décrite pour les *Cryptomeria*, etc.

Un groupe inférieur de canaux prend naissance sous le système vasculaire ; ces canaux, augmentant en nombre à mesure que s'élargit l'écaille, vont se terminer au sommet de la lame externe. Toutefois on ne distingue pas, dans ce groupe, un canal spécialement adossé sur tout son parcours à un faisceau médian isolé. La disposition est sans régularité, tant pour les faisceaux que pour les canaux, de sorte que la lame vasculaire qui innerve la saillie externe de l'écaille semble représenter tout entière le faisceau médian inférieur des genres précédents.

Au niveau de l'insertion des graines, un autre groupe de canaux prend naissance dans le parenchyme supérieur et se termine dans l'excroissance parenchymateuse interne qui est le représentant libre de l'écaille séminifère (163, 164). On a vu que le système vasculaire supérieur ne se prolonge pas jusqu'à

cette excroissance, de sorte que les canaux sécréteurs constituent le seul appareil important qui lui donne la valeur morphologique de sommet d'écaille séminifère.

c. *Appareil de soutien.* — Le sclérenchyme est très faiblement représenté. Il comprend seulement quelques rares sclérites (fibres courtes) dans le parenchyme de la région moyenne.

d. *Déhiscence.* — Cette absence de sclérenchyme interne amène, à la dessiccation, un aplatissement considérable des écailles qui se disjoignent et permettent la mise en liberté des graines. Il se produit en outre, chez ces organes, un léger écartement de l'axe par retrait de la portion externe du parenchyme.

II. ATHROTAXIS LAXIFOLIA Hooker.

Cette espèce présente des caractères anatomiques semblables à ceux de l'*Athrotaxis selaginoides*.

III. ATHROTAXIS CUPRESSOIDES Don.

Le strobile de cette espèce diffère, par quelques caractères, de celui des deux espèces ci-dessus. Le nombre des canaux est moindre et peut se réduire extérieurement à un seul canal adossé au faisceau médian inférieur.

L'ellipse vasculaire présente, dans sa partie interne (correspondant à l'insertion des graines) des faisceaux plus nombreux et plus développés que chez les espèces précédentes. Tous les faisceaux se terminent au sommet par un tissu de transfusion bien net, rappelant par sa disposition et sa structure, celui des *Sequoia*.

En résumé, ces trois espèces, tout en offrant des analogies frappantes avec les genres précédents (distribution générale des canaux sécréteurs ; même mode de formation de ces canaux, en poches fusiformes, sclérites isolées dans le parenchyme, liber à fibres en strates concentriques), en

diffèrent cependant par l'origine en apparence plus simple du système vasculaire, par la réduction de l'écaille séminifère et par le développement de la bractée mère. Ce dernier organe, au lieu de se terminer par un mince mucron souvent dépassé par l'écaille, comme dans les genres précédents, s'isole en une lame importante qui dépasse et recouvre en partie l'excroissance interne représentant l'écaille séminifère. Le système vasculaire qui innerve cette lame est bien développé. On a vu que, dans les genres précédents, il se réduit à un faisceau qui se termine dans le mucron externe.

Enfin, le sclérenchyme est presque nul.

Ces caractères différentiels justifient le classement de ces espèces en un genre spécial. Nous estimons même que la distance qui sépare ce genre de ceux qui précèdent est plus marquée que celle qui isole ces derniers les uns des autres.

REVUE D'ENSEMBLE DES TAXODIÉES.

Il y aurait lieu, pour suivre l'ordre que nous avons adopté, de formuler ici quelques considérations générales sur les genres que nous venons d'étudier. Mais, comme on le verra plus loin, deux des genres, compris par Bentham et Hooker dans la tribu des Araucariées, offrent, dans la structure du cône, d'importants caractères communs avec les genres précédemment étudiés. Cette revue d'ensemble sera donc utilement reportée à la fin du chapitre suivant.

CHAPITRE III

ARAUCARIÉES.

Bentham et Hooker comprennent quatre genres dans cette tribu :

Cunninghamia R. Br.
Agathis Salisb.
Araucaria Juss.
Sciadopitys S. et Z.

Eichler, en 1875 (1), constituait (2) avec le *Sciadopitys* une tribu à part, de même valeur que celle des Abiétinées, Taxodiées, etc... Cet auteur comprenait alors le *Cunninghamia* dans les Araucariées. En 1887 (3), il range le *Cunninghamia* dans la tribu des Taxodinées et rapproche ce genre des *Athrotaxis* et *Sequoia* en se fondant sur la situation renversée des graines. Il range, de même, le *Sciadopitys* dans cette tribu des Taxodinées, homologue des Abiétinées, Cupressinées, etc... et ne comprend plus dans les Araucariées que les deux genres *Agathis* et *Araucaria*.

§ 1. — **Cunninghamia** Robert Brown.

Ce genre ne comprend qu'une seule espèce.

CUNNINGHAMIA SINENSIS R. Br.

1° CONE JEUNE

A. Axe du cone.

a. Appareil vasculaire. — Le cercle vasculaire se montre de bonne heure uni en anneau continu qu'interrompent seuls les départs des appendices. Ces départs comprennent un faisceau assez volumineux qui se détache du cercle comme un foliaire (Pl. XIV, 166).

b. *Canaux sécréteurs.* — Des canaux corticaux nombreux sont disposés en un cercle dans le parenchyme cortical, au voisinage du liber des faisceaux. Leur nombre ne paraît pas

(1) Blüthendiagramme.
(2) D'après Strasburger (1872).
(3) Eichler dans « Engler et Prantl », *Coniferæ*, fasc. 3, 4, 8.

constant, il est troublé par des bifurcations et fusions latérales.

Lorsqu'un faisceau doit sortir du cercle vasculaire, le canal qui lui est adossé s'écarte du cercle des canaux corticaux et se place dans le parenchyme du coussinet décurrent, que décèle une saillie proéminente de l'épiderme. Entre ce canal écarté et le cercle vasculaire, un autre apparaît qui se relie à un canal cortical voisin ou, plus souvent, reste isolé en cul-de-sac.

Lorsque le faisceau quitte le cercle vasculaire, il entraîne ces deux canaux superposés. Mais, à la sortie de l'écorce, le canal extérieur, seul, sort dans l'appendice, adossé au faisceau; l'autre canal s'éteint, soit simple, soit après une courte bifurcation.

B. APPENDICES.

Appareil vasculaire. — Une section transversale de l'écaille près de l'axe montre donc seulement un faisceau simple, orienté comme un foliaire, et un canal adossé au liber de ce faisceau (169). L'aspect général de l'écaille est celui d'une feuille épaisse et large. Les trois graines renversées présentent chacune un prolongement supérieur qui se détache de l'écaille sous forme de lamelle mince (*ligule*) (168).

Des coupes transversales successives de l'organe montrent, de la base au sommet, le faisceau simple primitif élargi (170), puis divisé en branches nombreuses, à trachées tournées vers le haut (171). Avant cette disjonction définitive, de petites branches latérales se détachent des ailes du faisceau primitif; ces branches, subissant une torsion, disposent leurs trachées vers le bas et se rapprochent du plan vertical médian de l'organe. Souvent, ce système supérieur réduit ne se relie qu'à un seul côté du faisceau primitif: la branche asymétrique résultante se termine par des cellules spiralées (168), au niveau de l'insertion des graines, soit simple, soit divisée en ramuscules.

Cette structure du système vasculaire a été nettement

décrite et figurée par Strasburger en 1872 (1). Nous ne l'avons reproduite que pour faciliter l'intelligence des descriptions qui vont suivre.

b. *Canaux sécréteurs.* — Outre le canal médian qui se relie, comme on l'a vu, aux canaux caulinaires de l'axe, d'autres canaux latéraux naissent, peu nombreux d'abord, à la base (170), puis augmentant en nombre dans la portion élargie de l'écaille (171). Ces canaux présentent de nombreuses bifurcations, la ramification affectant le canal médian lui-même. Très larges, surtout dans la région moyenne épaissie de l'organe, ils se disposent en une rangée sous-jacente aux faisceaux et très rapprochée du liber. Il en est ainsi jusqu'au sommet où les canaux s'éteignent avec les faisceaux.

Indépendamment de cette rangée principale, d'autres canaux naissent, sans communication avec les premiers, dans la portion dorsale épaissie de l'écaille. Ces canaux surnuméraires forment un système externe moins développé que le premier (171).

Dans le parenchyme interne de l'écaille, l'appareil sécréteur est à peu près nul. Il n'est représenté que par de courtes poches (souvent une seule) (168), qui restent localisées dans le coussinet parenchymateux où s'insère la graine. Ce coussinet où se terminent, par quelques cellules spiralées, les branches du faible système vasculaire supérieur, s'isole vers le haut en trois languettes parenchymateuses libres (168, L), qui n'offrent aucun élément vasculaire ; les poches sécrétrices elles-mêmes n'y pénètrent pas.

2° CONE ADULTE.

Cette structure générale de l'écaille se conserve dans le cone mûr. Les différences observées portent sur le développement des faisceaux, la naissance d'un tissu de transfusion, l'accroissement des canaux en diamètre et la différenciation d'un sclérenchyme spécial.

(1) L. c.

a. *Appareil vasculaire.* — La structure des faisceaux accrus rappelle beaucoup celle qu'on observe chez les *Cryptomeria.* La densité du bois secondaire, l'épaississement considérable des parois des vaisseaux, le liber stratifié avec fibres, sont autant de caractères communs à ces deux espèces.

Les vaisseaux de la pointe des faisceaux se distinguent par leurs parois plus minces et leur large section. A ces vaisseaux se relient latéralement les cellules aréolées d'un tissu de transfusion, qui remonte le long des flancs du faisceau jusqu'au niveau du cambium ; de là, il s'étale latéralement dans le parenchyme interfasciculaire pour rejoindre le plus souvent son congénère du faisceau voisin (173).

Les cellules aréolées qui constituent ce tissu, irrégulièrement accolées à la pointe du faisceau, prennent, au niveau du cambium, une disposition plus régulière en séries radiales et concentriques. Différenciées, au début, aux dépens des cellules du parenchyme ambiant, elles se multiplient ensuite par le jeu d'un méristème dont elles conservent la disposition régulière.

Le tissu de transfusion unit ainsi les faisceaux en une lame vasculaire presque continue et les termine au sommet de l'organe (171, 172).

b. *Appareil de soutien.* — La fonction de soutien est surtout remplie par les faisceaux, mais, en outre, un sclérenchyme se différencie dans l'écaille. Il est formé de fibres allongées, isolées ou réunies en très petits îlots, à parois extrêmement épaisses, ne laissant qu'un étroit lumen au centre. D'abord localisées dans les ailes latérales de l'écaille, ces éléments se répandent ensuite sans ordre dans tout le parenchyme. Ils sont toutefois extrêmement rares dans la partie dorsale médiane (171).

Sous l'épiderme des bords et des régions apicales de l'écaille, se différencie un exoderme fibreux, formé d'éléments allongés, semblables à ceux du sclérenchyme interne, mais moins développés en diamètre.

Au sommet de l'organe, cet exoderme devient continu sur toute la périphérie. Il augmente d'épaisseur et peut alors comprendre 2-5 assises de fibres.

c. *Déhiscence.* — Les écailles sont insérées obliquement sur l'axe. A la maturité, elles s'en écartent en se redressant, par suite du retrait que subit l'énorme parenchyme dorsal de l'organe. L'épaisseur des écailles subit de même une diminution notable.

En résumé, les caractères anatomiques du fruit du *Cunninghamia sinensis* justifient l'élévation de cette espèce à l'état de genre distinct. Ces caractères sont :

1° La réduction considérable de l'écaille séminifère qui, rendue visible au dehors sous la forme d'un léger coussinet terminé par de minces languettes, n'admet qu'un système vasculaire extrêmement réduit ; ce système semble dériver entièrement du faisceau foliaire originel et n'avoir aucune relation directe avec le système vasculaire de l'axe (1).

2° L'absence presque complète (à part 1-2 poches très réduites dans le coussinet d'insertion séminale) d'un système interne de canaux. Cette absence est corrélative de la réduction extrême de l'écaille séminifère proprement dite.

3° Le développement considérable de la bractée qui représente à elle seule presque toute l'écaille (2).

4° La présence de canaux corticaux caulinaires nettement individualisés dans l'axe du cone.

5° Les ramifications de canaux qui, dans l'axe et dans l'écaille, se bifurquent comme ceux des Abiétinées. Toutefois, un certain nombre d'entre eux peuvent rester à l'état de poches isolées, comme c'est la règle dans la tribu précédente (Taxodiées).

D'autre part, on doit voir une parenté, entre ce genre et ceux de la tribu précédente, dans la structure et la disposition du tissu de transfusion, qui se multiplie par un mode

(1) Strasburger, l. c.
(2) Strasburger, l. c.

observé chez les *Cryptomeria*, *Sequoia ;* dans la structure du liber (fibres stratifiées); dans la forme des éléments du sclérenchyme (fibres isolées, épaissies comme chez les *Cryptomeria*); enfin, dans la disposition générale du système sécréteur en deux groupes dont l'un reste dorsal et l'autre ventral, ce dernier ne prenant naissance qu'après l'insertion vasculaire des graines. Seulement, chez le *Cunninghamia*, ce second groupe est réduit à 1-2 poches peu développées. En revanche, le groupe externe-dorsal, se complique de canaux surnuméraires extérieurs aux premiers.

Mais, de tous les genres que nous avons étudiés, d'après la systématique de Bentham et Hooker, dans la tribu des Taxodiées, c'est l'*Athrotaxis* qui offre avec le *Cunninghamia* les plus intimes traits de ressemblance.

Remarquons d'abord qu'au point de vue de la morphologie externe, le strobile des *Athrotaxis* se rapproche beaucoup de celui du *Cunninghamia.* L'insertion oblique des écailles sur l'axe, la lame externe libre bien développée éloignent ce genre des *Sequoia* où l'insertion est perpendiculaire et le mucron terminal très réduit. Cependant, et dans le même ordre d'idées, l'*A. cupressoides* rappelle un peu, par la forme du strobile, le *Sequoia sempervirens*.

La morphologie interne confirme ces observations. Dans les *Athrotaxis*, le système vasculaire supérieur est réduit à quelques branches qui s'éteignent au niveau d'insertion des graines (*A. selaginoides*, *A. laxifolia*) ou très peu au delà (*A. cupressoides*). C'est comparable à ce qui se passe chez le *Cunninghamia.*

Le système vasculaire inférieur ou, pour mieux préciser, l'ensemble des faisceaux de l'ellipse vasculaire qui ont leur trachées tournées vers le haut, est prépondérant et forme une lame serrée (*A. selaginoides*, *A. laxifolia*) ou lâche (*A. cupressoides*) où le faisceau médian ne s'individualise pas nettement comme chez les autres Taxodiées.

Enfin, le coussinet lobé du *Cunninghamia* (représentant l'écaille séminifère) se retrouve chez l'*Athrotaxis* sous la

forme d'une excroissance interne parenchymateuse privée de faisceaux, mais admettant un système sécréteur assez développé. On sait que ce système se réduit à 1-2 poches chez le *Cunninghamia*.

Si nous ajoutons que les graines mûres, dressées chez les *Cryptomeria*, semi-renversées chez les *Sequoia*, sont renversées dans les *Athrotaxis*, nous voyons que cet ensemble de caractères rapproche plutôt ce dernier genre du *Cunninghamia* que de tout autre genre de la tribu des Taxodiées. Un lien de parenté se manifeste cependant entre le genre *Athrotaxis* et le genre *Sequoia* par l'espèce *A. cupressoides*, Don.

§ 2. — **Agathis** Salisbury.

Le mauvais état des échantillons desséchés que nous avons étudiés ne nous permet pas d'exposer les caractères carpologiques de ce genre. Nous nous proposons sur ce sujet des recherches ultérieures.

§ 3. — **Araucaria** Jussieu.

Ce genre comprend environ dix espèces, réparties en deux sections.

I. ARAUCARIA COOKII R. Br. (Section *Eutacta*).

1° CONE JEUNE.

A. Axe du cone.

L'axe est très développé en diamètre ; ce développement est corrélatif du nombre considérable des écailles dont les surfaces d'insertion sont d'ailleurs assez réduites.

a. *Appareil vasculaire.* — Le cercle vasculaire est formé de faisceaux grêles, inégaux, largement distants. Les coupes tangentielles montrent, en effet, que ces faisceaux ont une course sinueuse et forment un réseau cylindrique à larges mailles. Les nœuds de ces mailles, formés par la coalescence des foliaires et des réparateurs, figurent les gros faisceaux

observés dans les coupes transversales. De chacun de ces nœuds sort un faisceau foliaire simple, grêle, qui traverse l'écorce en décrivant une courbe pour entrer, horizontal, dans l'appendice. Durant ce trajet intra-cortical, le faisceau subit trois dédoublements, ce qui porte à quatre le nombre des branches vasculaires sortant dans l'écaille.

Le premier de ces dédoublements s'effectue vers le milieu de l'écorce de l'axe, avant le sommet de la courbe décrite par le faisceau foliaire. La branche isolée subit une rotation de 180° et se place directement au-dessus du faisceau mère, trachées en bas. Ces deux faisceaux continuent ainsi leur course, puis, l'inférieur grossit de nouveau, et, un peu avant la sortie donne, à peu d'intervalle, alternativement à droite et à gauche, deux nouveaux faisceaux. Ces branches, subissant une rotation de 90°, se disposent à droite et à gauche du plan vertical médian des deux premiers, trachées en regard. Remarquons, en passant, que les émissions successives de faisceaux par le foliaire alternent à la manière d'un sympode alternatif.

La section transversale de l'écaille à son origine sur l'axe présente donc quatre faisceaux ou quatre groupes de faisceaux car, chez certaines écailles, le supérieur et les deux latéraux commencent de bonne heure à se diviser. Le médian inférieur reste simple.

b. *Canaux sécréteurs.* — Le parenchyme cortical est rempli de canaux sécréteurs, disposés sans ordre apparent et formant un système que compliquent de fréquentes anastomoses et de nombreuses bifurcations. Ces canaux envoient des branches dans l'appendice, mais la seule disposition régulière qui se manifeste dans ce système est l'adossement d'un canal au faisceau médian inférieur.

Les autres se distribuent irrégulièrement à la périphérie et même à l'intérieur de l'ellipse vasculaire.

B. Appendices.

On sait que les écailles sont caduques, chacune consti-

tuant, par l'élargissement aliforme de ses bords, un appareil de dissémination pour la graine incluse.

a. *Appareil vasculaire.* — Nous venons de voir la structure de l'écaille à l'origine. Presque aussitôt, le faisceau supérieur médian se dédouble et ses deux faisceaux filles restent désormais simples jusqu'à leur terminaison à la chalaze de l'ovule qu'ils irriguent. Le faisceau inférieur médian, à canal dorsal, demeure simple jusqu'au sommet de l'organe. Toutes les autres branches, qui prendront naissance au fur et à mesure de l'élargissement de l'écaille, seront donc fournies par des divisions successives des deux faisceaux latéraux. Ces divisions sont assez nombreuses et les branches s'orientent, trachées en haut ou en bas, les faisceaux mères restant toujours latéraux et donnant leurs divisions tantôt en dessus, tantôt en dessous du plan horizontal médian qui les contient.

Il se constitue de la sorte une longue ellipse vasculaire très aplatie et irrégulièrement déformée.

Après la chalaze, où s'éteignent les deux faisceaux supérieurs médians, le reste du système supérieur (trachées en bas) converge rapidement vers le plan vertical médian et ses branches s'éteignent dans la mince ligule supérieure de l'organe.

Le reste du système vasculaire (trachées en haut) continue sa course et se termine, par extinction centripète, au sommet de l'écaille.

b. *Canaux sécréteurs.* — Les canaux suivent le trajet et la multiplication des faisceaux en augmentant eux-mêmes leur nombre par des bifurcations successives. Ils tendent à se localiser dans le parenchyme qui entoure l'ellipse vasculaire, mais l'aplatissement extrême de cette ellipse provoque de fréquentes incursions des canaux dans les espaces interfasciculaires, de sorte qu'aucune régularité réelle ne préside à leur distribution, au moins dans la portion de l'écaille sous-jacente à la graine. Seul, le canal dorsal du faisceau médian reste constant dans sa course. Cependant, à partir de la ligule, où se terminent les faisceaux du système supérieur

(trachées en bas), les canaux du parenchyme inférieur prennent, sous le système vasculaire désormais formé d'une seule rangée de faisceaux, une disposition plus régulière, chaque canal s'adossant au faisceau voisin (174).

L'écaille s'épaissit ; un système supplémentaire de petits canaux sous-épidermiques se forme, puis canaux et faisceaux s'éteignent successivement au sommet de l'organe.

2° CONE ADULTE.

Axe et appendices.

a. *Appareil vasculaire.* — Le système vasculaire demeure formé de faisceaux grêles. Ce caractère est en rapport avec la caducité des écailles. Au sommet dilaté de l'écaille, ils se munissent d'un tissu de transfusion assez développé, formé de grandes cellules aréolées à parois épaisses. La largeur de ces cellules atteint 6-8 fois le diamètre des plus gros vaisseaux du bois du faisceau. Elles semblent différenciées aux dépens du parenchyme ambiant et ne présentent pas cette multiplication cambiforme qu'on observe chez certaines Taxodiées. Séparées les unes des autres par des cellules du parenchyme mince, elles forment un tissu lâche qui rappelle dans son aspect le tissu de transfusion des Abiétinées (*Abies*, *Cedrus*) (175).

b. *Canaux sécréteurs.* — Les canaux restent disposés comme il a été dit ci-dessus. Ils atteignent, au sommet de l'écaille, un diamètre assez considérable, surtout lorsqu'ils sont adossés aux faisceaux (175).

c. *Appareil de soutien.* — De très bonne heure, un abondant sclérenchyme se différencie dans toutes les régions du cône. Il est constitué par des éléments isolés ou groupés, de forme très irrégulière, à pointements multiples, à parois épaisses laissant distinguer nettement leurs stries d'accroissement. La membrane de ces cellules est criblée de cristaux rhombiques d'oxalate de chaux (175).

Très abondantes dans la moelle de l'axe où elles sont réunies en groupes compacts, ces sclérites s'isolent dans le

parenchyme cortical où elles deviennent moins abondantes. Tout le parenchyme de l'axe est ainsi criblé de ces éléments, sans qu'on puisse leur assigner de localisation spéciale ; ils envahissent même les larges rayons médullaires qui séparent les faisceaux entre eux. Il serait d'ailleurs difficile d'établir des régions, même conventionnelles dans cet axe qui apparaît comme un massif parenchymateux homogène où seraient plongés les cordons vasculaires, unis en une sorte de cylindre grillagé.

Dans l'écaille, le parenchyme est de même criblé de sclérites jusqu'au sommet de l'organe.

Il faut y ajouter, dans la région aérienne de l'écaille, un exoderme formé de fibres longues à parois très épaisses. Cet exoderme est adossé à un épiderme dont la cuticule, extrêmement développée, emprisonne des cristaux d'oxalate de chaux (175). Toute la région non aérienne de l'écaille est au contraire recouverte d'un épiderme à parois minces, sans cuticule.

La coalescence de l'ovule et de son support est trop intime pour que la description anatomique de l'écaille mûre ne comprenne pas celle de la graine.

C'est au développement énorme de cette graine, qui constitue une grande partie de l'organe total, qu'est dû l'aplatissement de l'ellipse vasculaire ainsi que sa forme irrégulière.

Il se creuse, au-dessous de l'épiderme supérieur de l'écaille, d'énormes poches sécrétrices qui forment autour de la graine un rempart de vésicules résineuses. En dehors de ces poches, se différencient, dans le parenchyme, des cellules à sculpture spiralée, qui semblent jouer vis-à-vis de la graine le double rôle de tissu conducteur et de tissu de soutien.

Tout ce système protecteur remplit l'épaisseur du tégument séminal, sauf immédiatement à droite et à gauche de l'embryon où deux cordons parenchymateux flanquent latéralement la graine dans toute sa longueur.

II. — ARAUCARIA BRASILIENSIS A. Rich. (Section *Colymbea*).

Syn. *Colymbea angustifolia* Bertol.

Le mauvais état des échantillons d'herbier que nous avons eus à notre disposition ne nous a pas permis une étude complète de cette espèce.

La course des faisceaux a été décrite et figurée par Van Tieghem, en 1869 (1). Strasburger (2) reprit plus tard (1879) cette étude. Ces deux auteurs ne sont pas d'accord quant au nombre des faisceaux originels à la base de l'écaille. Le premier figure cinq faisceaux, le second en figure seulement un. En outre, alors que Van Tieghem admet que les deux gros faisceaux latéraux à trachées extérieures (3) ne sont autre chose que les deux latéraux primitifs retournés, Strasburger les regarde, à ce même niveau, comme provenant de la bifurcation immédiate (4) des deux faisceaux latéraux qui ont leurs trachées en regard. Au fond, le différend repose sur le mode originel du système vasculaire sur l'axe, car si, comme le figure Strasburger, ce système sort dans l'écaille comme un simple faisceau foliaire, tous les autres en dériveront par division. Il faut alors admettre que la section basilaire figurée par Van Tieghem avec cinq faisceaux, fut en réalité pratiquée à une certaine distance de l'axe, après la division du faisceau unique primitif.

La structure du faisceau dans l'écaille mûre rappelle celle de l'*A. Cookii ;* un tissu de transfusion analogue se différencie à la pointe et sur les flancs du bois. Mais on ne trouve pas les énormes sclérites à pointes multiples. Les cellules du parenchyme s'épaississent dans la région périphérique. Leurs

(1) L. c.
(2) L. c.
(3) L. c. Pl. XV, fig. 70, *f* et *f'*.
(4) L. c. Pl. IX, fig. 14, *d*.

parois se lignifient et de larges ponctuations ovales permettent leur communication osmotique.

En résumé, cette étude du cone d'*Araucaria* complète pour une espèce seulement, ne suffit pas pour fixer les caractères carpologiques qui distinguent le genre. Nous nous contenterons d'observer que, si l'on tient compte des caractères de la fleur femelle tels qu'ils ont été décrits par Strasburger chez les *A. Cunninghami*, *A. excelsa*, *A. brasiliensis* (trajet des faisceaux), et des caractères carpologiques que nous venons de décrire chez l'*A. Cookii* et l'*A. brasiliensis*, on constate, seulement que ces caractères appartiennent à un genre bien défini, mais encore qu'ils révèlent une parenté peu intime du genre avec le *Cunninghamia*.

On pourra invoquer un rapprochement de ces deux genres dans la ligule des *Araucaria*, laquelle, représentant la portion libre de l'écaille séminifère, serait l'équivalent du coussinet trilobé du *Cunninghamia;* dans le développement de la bractée qui, dans les deux genres, représenterait la presque totalité de l'écaille ; dans la liaison immédiate du système vasculaire supérieur innervant les graines avec le système vasculaire inférieur innervant la bractée. Enfin la présence de canaux sécréteurs caulinaires auxquels se relie le système dorsal de l'écaille, ainsi que les bifurcations des canaux, sont autant de points communs à ces deux genres.

Mais des différences importantes interviennent :

1° Dans l'origine sur l'axe du système vasculaire de l'écaille. Chez les *Araucaria*, le faisceau originel sort du cercle vasculaire comme un foliaire très grêle, à quelques files de vaisseaux, et ce n'est qu'après une course assez longue qu'il donne insertion au premier faisceau du système supérieur qui s'y relie.

Dans la section « Eutassa », cette insertion se produit dans l'écorce de l'axe ; elle a lieu en dehors chez les espèces de la section « Colymbæa ».

A aucun titre on ne peut donc invoquer la mise en relation

directe du système vasculaire allant aux graines avec le cercle vasculaire de l'axe. Le faisceau grêle qui s'en détache ne peut être regardé comme le résultat de la coalescence de plusieurs branches.

Le faisceau d'apparence unique, qui s'échappe du cercle de l'axe chez le *Cunninghamia*, est au contraire beaucoup plus important. Quand il a acquis son développement définitif, il présente même ses bords latéraux relevés et figure alors trois faisceaux unis en une intime coalescence. C'est, avec une moindre accentuation, l'aspect du système vasculaire originel adulte chez le *Cryptomeria*. Or on sait que, dans ce dernier genre, la distinction des trois faisceaux est nette à l'origine.

Si l'on ne veut pas admettre la relation directe entre les faisceaux supérieurs de l'écaille et le cercle vasculaire du rachis, on est forcé de convenir que ces deux systèmes sont fort voisins et, sous ce rapport, la distance entre le *Cryptomeria* et le *Cunninghamia* est moindre que celle qui sépare ce dernier genre des *Araucaria*.

2° Dans l'absence chez les *Araucaria* de fibres libériennes stratifiées.

3° Dans la disposition des canaux sécréteurs de l'écaille. Chez les Taxodiées ci-dessus décrites, nous avons vu le système sécréteur se diviser en deux groupes, l'un externe, au-dessous du système vasculaire, l'autre interne, au-dessus de ce système. Ce second groupe nous a présenté un caractère constant : prenant naissance vers l'insertion séminale ou même au delà, il se montrait d'autant plus développé que la portion de l'organe double qui représentait l'écaille séminifère était elle-même plus importante. Chez les *Athrotaxis* il se montre déjà assez réduit, mais chez le *Cunninghamia*, où l'écaille séminifère est représentée par un simple bourrelet lobé, il disparaît presque, n'admettant plus qu'une ou deux courtes poches.

Chez les *Araucaria*, où la réduction de l'écaille est très accentuée, on devrait constater l'absence presque complète

de canaux au-dessus du système vasculaire supérieur. Il n'en est pas ainsi et, dès la base de l'écaille, l'appareil sécréteur de cette région se montre presque aussi développé que celui du parenchyme inférieur de la bractée.

4° Enfin, le tissu de transfusion présente des caractères différents de ceux qu'on observe chez le *Cunninghamia* et chez les Taxodiées. Il se rapprocherait plutôt du tissu de transfusion des Abiétinées.

Nous pensons donc que, par ces caractères, les *Araucaria* s'éloignent du *Cunninghamia*.

§ 4. — **Sciadopitys** Sieboldt et Zuccarini.

Ce genre n'est représenté que par une seule espèce.

SCIADOPITYS VERTICILLATA Sieb. et Zucc.

L'étude qui suit se rapporte au cone adulte.

A. Axe du cone.

Cet axe est très développé en diamètre, si on le compare à la petitesse du strobile et au faible nombre des écailles. Ce développement est corrélatif de la grosseur de ces dernières à la base et par suite de leur large surface d'insertion.

a. *Appareil vasculaire.* — Du cercle vasculaire partent, à chaque insertion, trois faisceaux : un médian, grêle, orienté comme un foliaire; deux latéraux, puissants, à trachées en regard. Ces derniers se relient aux deux réparateurs voisins à un niveau un peu supérieur à celui du médian (178). Ce dernier faisceau est destiné à la bractée mère, les deux autres à l'écaille séminifère.

Pendant leur trajet dans l'écorce, les deux faisceaux latéraux se réunissent en un arc continu, rappelant la disposition offerte par les *Abies*, *Picea*, etc. (178, 182). La moelle est constituée par des cellules rameuses, formant un parenchyme lacuneux.

b. *Canaux sécréteurs.* — La décurrence des faisceaux dans l'écorce est très faible : l'implantation externe des écailles

correspond à peu près au niveau de leur insertion vasculaire. Le parenchyme cortical est donc bien autonome, et nous y trouvons un système de canaux caulinaires disposés en un seul cercle (176).

B. Appendices.

Comme il a été dit plus haut, la surface d'insertion de l'écaille double sur l'axe est très étendue. Elle est plus développée en largeur qu'en hauteur et cette large surface, dont le système vasculaire n'occupe qu'une faible partie, présente, dès l'origine, un nombre considérable de canaux sécréteurs. Divisés en deux groupes distincts, l'un supérieur et l'autre inférieur, ils se disposent suivant deux courbes opposées, dessinant vaguement le contour de l'insertion et embrassant dans leur double concavité l'arc vasculaire supérieur et le faisceau de la bractée mère.

a. *Appareil vasculaire.* — L'arc vasculaire s'ouvre et s'étale. Plus développé aux ailes et à la partie médiane, il se rompt en trois faisceaux, un médian et deux latéraux.

Dès l'origine, et alors que tout le système est réuni en un arc unique, les ailes de cet arc étalé et non disjoint présentent un recourbement marqué vers le plan vertical médian de l'écaille. L'arc manifeste comme une tendance à se fermer (182-185).

Cette tendance subsiste après la dislocation, et les deux faisceaux latéraux, qui en sont le siège, gardent leur courbure en détachant progressivement des branches vers le plan vertical médian de l'écaille. Il se forme ainsi un nombre de faisceaux égal à celui des graines, et ces faisceaux vont se terminer au sommet de l'écaille par extinction centripète. Le faisceau médian, isolé le premier, se termine le dernier (192).

Le faisceau de la bractée mère, très grêle à l'origine (178), s'accroît en un arc dont la partie médiane est plus développée que les ailes (185-188). Cet aspect est d'ailleurs celui des faisceaux du système supérieur. L'arc s'élargit de

plus en plus, et atteint son maximum au sommet de l'organe où il se bifurque parfois (188).

A partir du niveau où les faisceaux du système supérieur sont isolés, ils prennent, sur leurs flancs, du tissu de transfusion aréolé, formant deux ailes étalées et souvent recourbées sous le bois. Ce tissu, très développé, offre un mode de multiplication cambiforme (193), analogue à celui qui a été décrit chez les *Sequoia*. Les cellules sont petites et bien reliées en massifs denses. Parfois, de petits groupes s'isolent des faisceaux dans le parenchyme; c'est un caractère qui se manifeste aussi chez les *Sequoia*. Ajoutons, comme dernier trait commun à ces deux genres, la tendance de ce tissu à se disposer en arc de cercle, ou même en cercle complet (188).

Cette tendance, d'ailleurs, n'est pas limitée au tissu de transfusion ; elle se manifeste même dans le fonctionnement du cambium normal des faisceaux, qui s'incurve souvent dans le parenchyme ambiant, en prenant de fréquentes cloisons radiales. Cette disposition est même constante pour les branches grêles qui se rendent aux graines (189-191). Nous l'avons d'ailleurs retrouvée chez d'autres espèces de Conifères (*Pinus sabiniana*, *Tsuga*), etc.

Nous n'en concluons pas à la nature caulinaire d'un pareil système ; nous pensons plutôt qu'il s'agit là d'un mode de fonctionnement spécial du cambium dans les extrémités vasculaires.

Au sommet des organes (bractée mère et écaille séminifère), le tissu de transfusion termine les faisceaux.

Le mode suivant lequel les graines se relient vasculairement aux faisceaux de l'écaille, mérite une mention spéciale.

Ces graines sont, comme on sait, insérées sur l'écaille à des niveaux différents, la graine médiane occupant le sommet. Une ligne, passant par ces insertions, formerait un arc à convexité supérieure et dont la courbure serait sensiblement parallèle au sommet arrondi de l'écaille. Chaque graine s'insère vasculairement par deux faisceaux qui, se réunissant en un seul dans l'épaisseur du parenchyme de l'écaille,

montent obliquement dans cet organe pour aller se souder, à angle aigu, au sommet du faisceau sous-jacent (192).

Nous n'avons pu étudier, faute d'échantillons très jeunes, l'origine et le développement d'un pareil système. Peut-être cette disposition est-elle le résultat d'une croissance intercalaire considérable, ayant affecté, après la mise en communication vasculaire de l'ovule et de l'écaille, la région de cette dernière qui correspond au niveau de la chalaze. Toutefois, ce n'est là qu'une hypothèse.

Quoi qu'il en soit, cette structure est remarquable et unique dans le groupe des Conifères; car, partout où le faisceau séminal est bien développé, le point où le faisceau se rattache au système vasculaire de l'écaille est au-dessous ou au niveau de la chalaze, jamais au-dessus.

Les faisceaux séminaux ne s'arrêtent pas à la chalaze. Ils continuent leur course en se recourbant dans le tégument de la graine où ils forment deux branches nourricières situées dans le plan passant par les ailes séminales. Nous avons déjà rencontré cette innervation chez certaines Abiétinées (*Abies*, *Cedrus*).

b. *Canaux sécréteurs.* — Du groupe supérieur de canaux appendiculaires, les deux paires les plus voisines de l'arc vasculaire s'embranchent sur la paire de canaux caulinaires qui embrasse l'insertion (178-181). A cette même paire de caulinaires se relient en dessous les canaux les plus médians du groupe inférieur. Quant aux canaux latéraux, plus petits, des deux groupes, ils se rattachent, sans régularité apparente, aux autres canaux caulinaires provenant des rangées verticales des insertions les plus voisines.

En s'étalant, le système vasculaire de l'écaille localise le groupe supérieur de canaux dans le parenchyme supra-libérien (184, 185). Sitôt que l'arc se divise, des canaux, issus par division tangentielle de ce groupe supérieur, traversent les espaces interfasciculaires et se placent dans la région sous-ligneuse du parenchyme (187, 188). Ce système sous-ligneux multiplie ses canaux et atteint son maximum de dé-

veloppement au niveau de séparation de la bractée. Il est d'ailleurs renforcé à ce niveau par de nombreuses poches fusiformes localisées dans la région à replis du parenchyme externe de l'écaille (188).

L'ensemble de l'appareil sécréteur de l'écaille séminifère se termine au sommet, toujours divisé en deux groupes que sépare le système vasculaire (189, 190).

Reprenons maintenant le groupe inférieur de canaux de la base de l'organe. Toutes ses branches se distribuent dans la bractée mère. Dès le début, le canal médian se détache du groupe (181), s'adosse au faisceau libéro-ligneux de la bractée et l'accompagne jusqu'au sommet (182-188). Les autres canaux se distribuent sans ordre au-dessous et se terminent au sommet. De même que dans l'écaille, l'épaississement terminal de la bractée mère amène la formation de petits canaux surnuméraires externes (188). Les canaux du système originel restent larges jusqu'au sommet.

c. *Tissu de soutien.* — Le sclérenchyme se développe peu pendant la maturation. Les écailles sont surtout parenchymateuses. Toutefois, deux lames scléreuses, formées de fibres allongées fortement unies, prennent naissance sous l'épiderme supérieur, dès la base de l'écaille, de chaque côté du plan vertical médian (184). Elles se rapprochent peu à peu de ce plan et se réunissent en une seule lame (186-189) qui se termine au sommet, disjointe en fibres isolées (191). L'épaisseur de ce tissu diminue de la base au sommet; il est formé, au début, de 6-8 assises d'éléments. Il est presque superflu d'ajouter que cette lame est percée de fenêtres correspondant aux insertions séminales (189-190).

Quant à l'épiderme interne, il reste mince et cellulosique et paraît sécréter une matière brunâtre.

Après la séparation de la bractée mère, qui commence à s'isoler suivant une poche médiane (188), le parenchyme externe de l'écaille se creuse de nombreux replis que tapisse un épiderme à forte cuticule. Les cellules de cet épiderme se prolongent un peu en forme de poils coniques très courts (194).

d. *Déhiscence.* — La déhiscence du cone s'effectue par la simple dessiccation des écailles. Mais, au lieu de rester rigidement implantées sur l'axe, elles sont mobiles autour d'un mince pédoncule que la dessiccation a réduit presque au seul système vasculaire. Cette mobilité, mise en jeu par l'action du vent, produit des heurts fréquents des écailles et favorise le détachement et la dissémination des nombreuses graines.

En résumé, le *Sciadopitys verticillata*, tout en présentant un ensemble de caractères qui en font un genre distinct, n'offre aucun caractère important qui justifie sa place à côté des *Araucaria*.

Il se rapproche des Abiétinées :

1° Par le mode d'insertion sur l'axe du système vasculaire des appendices;

2° Par l'innervation vasculaire du tégument séminal;

3° Par la disposition des canaux caulinaires dans le parenchyme cortical de l'axe et la distribution du groupe supérieur des canaux appendiculaires dans l'écaille (branchement de ces canaux sur les caulinaires, leur localisation dans le parenchyme superposé aux faisceaux, puis bifurcation tangentielle de ces canaux traversant les espaces interfasciculaires (*Abies*, *Picea*, *Pseudotsuga*).

Ce genre se rattache d'autre part aux Taxodiées en général et aux *Sequoia* en particulier :

1° Par la liaison parenchymateuse de la bractée et de l'écaille séminifère (Strasburger);

2° Par la présence d'un canal sécréteur adossé au faisceau de la bractée mère ;

3° Par la structure et le mode de développement du tissu de transfusion ;

4° Par la sécrétion épidermique interne des écailles et le tissu tégumentaire sous-jacent. Ce tissu scléreux est le représentant physiologique du liège des *Sequoia*.

Ajoutons enfin que le mode d'union vasculaire des graines avec les faisceaux de l'écaille séminifère est absolument

spécial au *Sciadopitys verticillata* et ne se retrouve dans aucune autre Conifère.

Nous pensons que ce dernier caractère justifie l'élévation de cette espèce au rang de tribu, celle des SCIADOPITYÉES, représentée actuellement par un seul genre et une seule espèce.

Cette division systématique, créée par Strasburger en 1872 (1) d'après des caractères de morphologie externe, adoptée par Eichler (2) en 1875, se trouve nettement établie par l'ensemble des caractères carpologiques sus-indiqués.

Ajoutons que Mohl, dans son étude des feuilles du *Sciadopitys* (1871) a montré une parenté de cette plante avec les Abiétinées, au point de vue des organes végétatifs.

Dans son mémoire de 1869, Van Tieghem n'a pas étudié anatomiquement la fleur femelle du *Sciadopitys*. Cet auteur émet l'hypothèse que cette espèce présente, au point de vue floral, la structure des *Sequoia* et des *Athrotaxis*.

En 1879 (3), Strasburger maintient la tribu des Sciadopityées qu'il rattache, d'une part, aux Séquoiées par le nombre et la situation retournée de ses graines, par le système vasculaire et la fusion parenchymateuse des deux appendices ; d'autre part, aux Abiétinées par l'*habitus* tout entier de son strobile. Ce dernier rapprochement est peu précis. Dans la comparaison du *Sciadopitys* avec les Séquoiées, Strasburger ne précise pas non plus la part de ressemblance qui incombe au système vasculaire des appendices.

REVUE D'ENSEMBLE
DES
TAXODIÉES (B. ET H.) ET DES ARAUCARIÉES (B. ET H.)

Les remarques déjà faites sur les rapprochements que la structure du fruit amène à établir entre certaines Arauca-

(1) *Coniferen und Gnetaceen*, p. 49.

(2) L'opinion actuelle de cet auteur est différente de celle qu'il exprimait en 1875 (*Blüthendiagramme*). Eichler inclut aujourd'hui le *Sciadopitys* dans les Taxodinées.

(3) *Die Angiospermen und die Gymnospermen*.

riées (B. et H.), et les Taxodiées (B. et H.), expliquent la comparaison simultanée des genres de ces deux tribus.

Notre étude des *Araucaria*, limitée à deux espèces, ne nous permet pas de fixer sans réserves les caractères carpologiques du genre. Nous nous proposons de compléter ces recherches sur des matériaux plus nombreux. Cependant, les travaux anatomiques publiés antérieurement sur la fleur femelle et les quelques observations que nous avons pu faire sur le fruit, nous autorisent à l'isoler du *Cunninghamia*. Nous avons exposé, d'autre part, les raisons qui nous portent à rapprocher ce dernier genre des *Athrotaxis*.

Enfin, nous avons montré comment les caractères anatomiques du cône du *Sciadopitys* classent ce genre dans une tribu spéciale nettement définie par le mode d'insertion vasculaire de ses graines.

Notre revue, divisée comme celle des Abiétinées, comprendra donc seulement le *Cunninghamia* et les Taxodiées (B. et H.).

§ 1. — Nous envisagerons successivement l'axe du cone et les appendices.

A. Axe du cone.

a. *Appareil vasculaire.* — A la maturité du cone, le cercle des faisceaux est confluent en un anneau continu, sauf pour le *Taxodium distichum* Rich. et variétés. Les *Sequoia* offrent le plus fort développement de cet anneau. Le liber des faisceaux présente des fibres stratifiées; c'est un caractère qui ne se présente jamais dans le cone des Abiétinées.

b. *Canaux sécréteurs.* — Le parenchyme cortical ne présente pas de canaux sécréteurs, sauf chez le *Cunninghamia* où ce parenchyme, bien développé, admet un cercle de canaux au voisinage du liber.

Le bois des faisceaux présente des canaux sécréteurs chez le *Sequoia gigantea* Lindl. et Gord.

B. Appendices.

Dans tous ces genres, la bractée et l'écaille séminifère sont réunies en une gaine parenchymateuse commune, depuis la base jusqu'au delà de l'insertion des graines.

Pour les *Cryptomeria*, *Taxodium*, *Sequoia*, cette soudure s'étend presque jusqu'au sommet des deux organes dont l'un, l'écaille séminifère, se montre plus développé que l'autre. La bractée mère ne se manifeste extérieurement que par une mince languette (*Cryptomeria*) ou un petit mucron (*Taxodium*, *Sequoia*).

Le développement extérieur de la bractée est, au contraire, très marqué chez les *Athrotaxis* et le *Cunninghamia*, la portion visible de l'écaille séminifère subissant une diminution corrélative de ce développement. Représentée par une excroissance très nette chez les *Athrotaxis*, elle est réduite, chez le *Cunninghamia*, à un coussinet lobé.

a. *Appareil vasculaire.* — Chez les *Cryptomeria*, *Taxodium*, *Sequoia*, le système vasculaire de la bractée mère est représenté par un seul faisceau qui se termine dans le mucron externe. Celui de l'écaille séminifère est plus puissant. Constitué à l'origine par deux faisceaux latéraux reliés directement au cercle vasculaire de l'axe, il forme dans l'écaille, par division répétée de ces faisceaux, une ellipse vasculaire à grand axe horizontal. Très réduite chez le *Taxodium distichum*, l'ellipse est bien développée chez les *T. heterophyllum*, *Cryptomeria*, *Sequoia*.

Chez les *Athrotaxis* et le *Cunninghamia*, le système vasculaire de la bractée mère est très développé comparativement à celui de l'écaille qui n'est représenté que par des branches grêles, se terminant au niveau d'insertion des graines. Pour les *Athrotaxis*, ces branches grêles semblent prendre contact avec le système vasculaire de l'axe. Ce contact est plus douteux chez le *Cunninghamia*, où les branches supérieures, encore plus réduites, semblent dériver directement de la trace foliaire médiane.

Dans tout le groupe, un tissu de transfusion à cellules aréolées ou rayées termine les faisceaux au sommet et les accompagne sur les flancs. Les éléments de ce tissu sont, en général, plus petits que ceux qui constituent le tissu de transfusion des Abiétinées et des *Araucaria;* ils se disposent de plus, en séries bien stratifiées. Peu développé chez les *Athrotaxis*, le *T. heterophyllum*, le tissu de transfusion se montre abondant chez les autres genres et forme souvent des traits d'union entre les faisceaux (*Cunninghamia*, *Cryptomeria*), ou des massifs isolés (*Taxodium distichum*, *Sequoia*).

L'insertion vasculaire des graines est extrêmement réduite. Elle s'effectue par l'intermédiaire de quelques cellules spiralées qui se détachent du faisceau sous-jacent et s'épanouissent au même niveau sous la chalaze. Parfois, ces cellules font défaut.

b. *Canaux sécréteurs.* — Dans tous ces genres, les canaux apparaissent comme de simples poches fusiformes allongées. Ils se divisent en deux groupes dans le parenchyme de l'organe double. L'un naît à la base, sous le système vasculaire inférieur, et s'éteint avec lui; l'autre prend naissance au niveau de l'insertion des graines ou même après cette insertion, et se localise au-dessus du système vasculaire supérieur. Le premier débute par un canal adossé au faisceau foliaire médian; ce canal reste nettement adossé à ce faisceau, dans toute sa course, chez les *Cryptomeria*, *Taxodium*, *Sequoia*. L'origine est la même chez les *Athrotaxis* et le *Cunninghamia*, mais le trajet du canal médian n'offre pas la même régularité; chez le *Cunninghamia*, ce canal subit des bifurcations, comme les canaux voisins. On s'explique ces différences par la nature du système vasculaire de la région parenchymateuse qui semble correspondre à la bractée mère; formé d'un seul faisceau dans le premier groupe, il se divise en branches nombreuses chez les *Athrotaxis* et le *Cunninghamia.*

c. *Appareil de soutien et déhiscence du cone.* — La fonction de soutien est surtout dévolue aux faisceaux ligneux

Un sclérenchyme spécial se différencie néanmoins; formé d'éléments isolés ou unis en petits groupes, il forme un tissu de soutien diffus dans l'épais parenchyme des écailles.

Il ne se forme pas, comme chez les Abiétinées, de lames denses servant à la déhiscence. Cette fonction est remplie par le parenchyme. Lorsque les écailles sont implantées perpendiculairement à l'axe, leur sommet dilaté se rétrécit assez, en se desséchant, pour permettre la dissémination des graines (*Sequoia*). Lorsque ces écailles sont insérées obliquement, c'est le parenchyme externe, plus développé, qui produit, par dessiccation, le redressement de l'écaille (autres genres).

d. *Occlusion.* — La protection des graines est réalisée par l'application intime des sommets des écailles. Le petit nombre des appendices est compensé par une dilatation dorso-ventrale de leur extrémité (*Cryptomeria*, *Taxodium*, *Sequoia*, *Athrotaxis*). Cette dilatation déjà subapicale dans ce dernier genre, mais à la fois dorsale et ventrale, devient, chez le *Cunninghamia*, médiane et exclusivement dorsale; l'occlusion est réalisée par la simple application des écailles. Le *Taxodium distichum* offre un mode d'occlusion très parfait, rappelant celui des Pins. Les *Cryptomeria*, *Taxodium heterophyllum*, ont des poils épidermiques enchevêtrés aux régions de contact. Les *Sequoia* offrent une sécrétion épidermique interne qui englue les graines; l'écaille se protège contre cette sécrétion par un épais revêtement subéreux.

§ 2. — Chez les Abiétinées, l'unité de plan du groupe ne nous a permis d'aborder qu'avec la plus grande réserve la question de parenté relative des genres entre eux.

Dans le second groupe étudié, l'anatomie comparée du cone est plus explicite; elle justifie un classement qui, reposant sur un ensemble concordant de caractères empruntés à divers appareils, représente une parenté naturelle des genres.

Le *Cunninghamia* et les *Athrotaxis* peuvent être réunis

en une sous-tribu, caractérisée par la réduction du système vasculaire supérieur de l'écaille. Le système vasculaire de la bractée mère est, au contraire, très développé. Cette sous-tribu sera celle des *Cunninghamiées*.

La situation renversée des graines confirme ce classement.

Il faut remarquer néanmoins qu'un certain nombre de caractères rapprochent l'*Athrotaxis cupressoides* Don du *Sequoia sempervirens* Endl. Cette espèce serait un point de passage de l'un à l'autre groupe.

Avec la même valeur systématique de sous-tribu, les trois genres *Cryptomeria*, *Taxodium*, *Sequoia*, peuvent être réunis sous le nom de *Taxodiées*. Ce petit groupe offre, dans la distribution du système vasculaire de l'écaille, des caractères inverses de ceux du premier. Le système vasculaire de la bractée mère ne comprend qu'un seul faisceau, simple de la base au sommet. Celui de l'écaille est prédominant, et dépasse toujours le niveau d'insertion des graines.

Remarquons que cette division répond d'autre part à des caractères de morphologie externe. Les graines sont renversées chez les *Cunninghamiées;* elles sont dressées chez les *Taxodiées*. La bractée mère est, extérieurement, bien développée chez les premières; elle est considérablement réduite chez les secondes.

Ces deux sous-tribus ont un caractère commun dans la distribution du système sécréteur dans les appendices. Ce système naît en deux groupes de canaux : l'un dorsal, comprenant, à l'origine sur l'axe, un canal médian; l'autre ventral, prenant naissance après l'insertion des graines ou à leur niveau. La coalescence parenchymateuse de l'écaille et de la bractée dépassant toujours le niveau d'insertion des graines, et la réduction du faisceau séminal à quelques cellules spiralées, qui se détachent du faisceau de l'écaille au niveau de la chalaze, sont encore des caractères communs à ces deux sous-tribus.

Il convient dès lors de les réunir en une tribu, définie par

les caractères ci-dessus : la tribu des Taxodinées. Ces caractères la séparent nettement de la tribu des Abiétinées.

Le *Sciadopitys* se distinguant à la fois de ces deux tribus par un caractère anatomique important, doit former une tribu spéciale, celle des *Sciadopityées*.

Cette tribu est définie par le mode d'insertion vasculaire des graines et se montre, par ses autres caractères anatomiques, intermédiaire entre les deux tribus précédentes.

§ 3. — De même que pour les Abiétinées, nous exposerons, sous la forme synoptique, les principaux caractères histologiques qui permettent de distinguer entre eux les genres des deux tribus que nous venons de définir.

TABLEAU B

TRIBU DES SCIADOPITYÉES

I. — Le système sécréteur des appendices est mixte (1) : pair pour l'écaille, impair pour la bractée.

II. — L'insertion des graines s'effectue au dessus et au-dessous du niveau de séparation de la bractée.

III. — Le faisceau séminal, bien développé, se relie au système vasculaire de l'écaille au-dessous du niveau de la chalaze.

Sciadopitys.

(1) Voir les tableaux A et C.

Tableau C.

TRIBU DES TAXODINÉES.

I. — *Le système sécréteur des appendices est toujours impair à l'origine (un canal médian adossé **au** système vasculaire de la bractée).*

II. — *La coalescence parenchymateuse de l'écaille et de la bractée dépasse le niveau d'insertion des graines.*

III. — *Le faisceau séminal est réduit à quelques cellules spiralées qui s'étalent sous la chalaze.*

Le système vasculaire supérieur des écailles est bien développé et dépasse longuement le niveau d'insertion des graines : **TAXODIÉES.**	Pas de suber à la face interne des écailles.	Système vasculaire réduit, divisé dans l'axe en faisceaux distincts (fig. 130)		**Taxodium distichum.**
		Système vasculaire bien développé, disposé dans l'axe en anneau continu. *Une coupe transversale de l'écaille mûre, au niveau d'insertion des graines, présente les faisceaux vasculaires en une ellipse*....	régulière (fig. 139)	**Taxodium hetero hyllum.**
			déformée à la partie inférieure (fig. 124)	**Cryptomeria.**
	Suber très épais et sécrétion épidermique à la surface interne des écailles (fig. 153)	**Sequoia**...	Pas de canaux dans le bois	section Eusequoia.
			Des canaux dans le bois	section Wellingtonia.
Le système vasculaire supérieur est très réduit et dépasse à peine le niveau d'insertion des graines : **CUNNINGHAMIÉES.**	Groupe interne des canaux bien développé (fig. 164). Tissu de transfusion peu abondant. — Sclérites rares			**Athrotaxis.**
	Groupe interne des canaux presque nul (1-2 poches courtes) (fig. 168). Tissu de transfusion très développé. — Sclérites nombreuses			**Cunninghamia.**

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

§ 1. — L'anatomie comparée du strobile des Conifères fournit des caractères importants, soit pour limiter et caractériser les genres, soit pour exprimer leur parenté mutuelle et les classer en groupes naturels.

Chez les Abiétinées, Taxodiées et Araucariées (Bentham et Hooker), ces caractères confirment, à une exception près, la délimitation de chaque genre en particulier. Le *Keteleeria Fortunei* Carr., que Bentham et Hooker comprennent dans le genre *Abies*, doit constituer un genre distinct. Cette distinction, créée d'après le caractère externe de persistance des écailles (Carrière), confirmée par l'anatomie des organes végétatifs (Van Tieghem), se trouve définitivement établie par l'anatomie du fruit.

Les mêmes caractères, appliqués à la délimitation des tribus, ne confirment pas complètement les coupures établies, d'après la morphologie externe, par la systématique de Bentham et Hooker. Il n'y a aucune divergence pour les Abiétinées, mais, pour les Taxodiées et les Araucariées, les rapports de parenté indiqués par la morphologie interne du cone conduisent à un groupement différent.

Le *Sciadopitys* doit être isolé et constituer une tribu, au même titre que les Abiétinées. Nous croyons avoir apporté de nouveaux arguments à cette manière de voir, déjà exprimée par Strasburger en 1872, adoptée par Eichler en 1875, et finalement abandonnée par ce dernier (1887, in « Engler et Prantl »).

Le *Cunninghamia* doit, de même, être distrait des Araucariées (B. et H.) pour être réuni aux Taxodiées (B. et H.) auxquelles il se relie par les *Athrotaxis*.

Ce dernier genre, qui offre avec le *Cunninghamia* une parenté plus intime qu'avec tout autre genre des Taxodiées (B. et H.), peut former avec lui un groupe de second ordre, les *Cunninghamiées*, voisin de celui que constituent les trois

autres genres de la tribu (*Cryptomeria*, *Taxodium*, *Sequoia*). Conservant, pour désigner ce dernier groupe, l'expression *Taxodiées*, nous donnerons le nom de Taxodinées (tribu) à l'ensemble de ces deux groupes secondaires : *Cunninghamiées* et *Taxodiées* (sous-tribus).

La tribu des Araucariées (B. et H.) se trouve ainsi démembrée et réduite aux genres *Araucaria* et *Agathis*. Une étude encore incomplète du cone de ces deux genres ne nous permet pas de fixer, quant à présent, la place qu'ils doivent occuper.

On peut résumer les considérations précédentes sous une forme synoptique qui, sans avoir la prétention de représenter la filiation généalogique de ces groupes, exprime seulement leur parenté mutuelle.

Tableau D.

CONIFÈRES VRAIES ([1])

L'axe et les appendices qui portent les graines concourent à les enfermer et à les protéger; l'ensemble forme un cône ou strobile clos.

A. — I. Le système des canaux sécréteurs des appendices est pair à l'origine (*Voir les tableaux A, B, C*). II. Le faisceau séminal est bien développé et son niveau d'épanouissement sous la chalaze est toujours *supérieur* au point où ce faisceau s'isole du système vasculaire de l'écaille. III. L'insertion vasculaire des graines est *au-dessus* du niveau de séparation des deux appendices.	Tribu I **ABIÉTINÉES**	. . . .		**Larix** **Picea** **Pseudotsuga** **Tsuga** **Abies** **Keteleeria** **Cedrus** **Pinus**
B. — I. Le système des canaux est mixte à l'origine. II. Le faisceau séminal est très développé et son niveau d'épanouissement sous la chalaze est *inférieur* à son point de jonction avec le faisceau mère de l'écaille. III. Les graines s'insèrent *au-dessus* et *au-dessous* du niveau de séparation des appendices.	Tribu II **SCIADOPITYÉES**	. . . .		**Sciadopitys**
C. — I. Le système des canaux est impair à l'origine. II. Le faisceau séminal est presque nul; quelques cellules spiralées relient la chalaze au faisceau mère au même niveau. III. Les graines s'insèrent *au-dessous* du niveau de séparation des appendices.	Tribu III **TAXODINÉES**	Système vasculaire supérieur de l'écaille bien développé et dépassant le niveau d'insertion des graines.	Sous-Tribu I TAXODIÉES	**Cryptomeria** **Taxodium** **Sequoia**
		Système vasculaire supérieur très réduit, se terminant au niveau d'insertion des graines.	Sous-Tribu II CUNNINGHAMIÉES	**Athrotaxis** **Cunninghamia**

(1) Les *Araucaria*, les *Agathis* et les Cupressinées devront être comprises sous ce titre dans une étude ultérieure. Tout ce groupe représentera les Pinoïdées dans « Engler et Prantl », *Coniferæ*, 1887.

§ 2. — Outre son application à un groupement naturel des Conifères étudiées dans ce Mémoire, l'étude du strobile nous a permis d'établir quelques points nouveaux ou controversés, concernant l'anatomie de cet organe complexe.

1° Chez les Abiétinées, la distinction vasculaire de la bractée mère et de l'écaille séminifère est complète dès l'origine de ces appendices sur le cercle vasculaire de l'axe, conformément à l'opinion de Van Tieghem (1869) et malgré l'affirmation contraire de Eichler (1881) pour quelques espèces de ce groupe.

Il en est de même pour le *Sciadopitys*, qui se comporte, sous ce rapport, comme les Abiétinées.

Cette distinction est encore nette chez certaines Taxodinées (*Cryptomeria*, *Taxodium*, *Sequoia*), mais elle s'efface chez les *Athrotaxis* et surtout chez le *Cunninghamia*. Elle est nulle chez l'*Araucaria Cookii* où le système vasculaire de l'appendice sort du cercle comme un faisceau foliaire simple et grêle. Strasburger, a, le premier, signalé ce fait chez d'autres espèces du même genre.

2° Un tissu vasculaire de transfusion, relié aux vaisseaux ligneux, accompagne chaque faisceau dans les appendices et le termine au sommet. Pour l'écaille comme pour la bractée, ce tissu n'est pas, comme dans la feuille végétative, entouré d'une gaine endodermique spéciale. Le plus souvent, les cellules qui le constituent sont munies de ponctuations aréolées; parfois, ces ponctuations sont simples, ovales ou linéaires. Ce tissu se différencie aux dépens des cellules du parenchyme qui entoure le faisceau; chez le *Sciadopitys* et chez la plupart des Taxodinées où ce tissu est abondant, il offre, en outre, un mode de multiplication cambiforme.

3° Le système vasculaire qui nourrit la graine offre un développement variable suivant les groupes. C'est un faisceau libéro-ligneux grêle, mais très net, chez les Abiétinées et le *Sciadopitys*. Il se réduit à quelques cellules spiralées chez les Taxodinées.

Le faisceau séminal se relie au système vasculaire de

l'écaille au-dessus de la chalaze, chez les Sciadopityées, au-dessous, chez les Abiétinées, au même niveau chez les Taxodinées.

Dans le plus grand nombre des cas, le faisceau séminal, quand il existe, s'arrête à la chalaze. Chez les *Abies*, *Cedrus*, *Sciadopitys*, il se bifurque en se retournant à ce niveau et poursuit sa course dans le tégument qui renferme ainsi deux branches vasculaires disposées suivant un plan méridien de la graine parallèle à sa surface d'insertion sur l'écaille. Comme on avait admis jusqu'à présent que, sauf chez les Taxoïdées, la graine des Conifères est dépourvue d'appareil conducteur différencié, la remarque qui précède doit mettre en garde les paléontologistes contre l'assimilation de toute graine fossile munie de faisceaux à une graine de Taxoïdée.

4° Les canaux sécréteurs ont une existence constante dans le cone chez ces trois tribus.

Pour les Abiétinées, ce sont de vrais canaux continus formant un système ramifié dans le parenchyme cortical de l'axe et dans les appendices.

Pour les Taxodinées, ce sont de longues poches fusiformes, sans ramifications (sauf chez le *Cunninghamia*). On les rencontre seulement dans les appendices (sauf chez le *Cunninghamia*).

Les Sciadopityées présentent, concurremment, ces deux modalités du système sécréteur.

Le mode d'origine des canaux à la base des appendices est très constant. Différent pour le groupe des Abiétinées (système pair à l'origine) et pour celui des Taxodinées (système impair à l'origine), il offre, chez les *Sciadopityées* les deux dispositions à la fois : la première affecte l'écaille séminifère, la seconde la bractée mère.

5° La fonction de soutien est remplie par le système ligneux des faisceaux et par un sclérenchyme spécialement différencié.

Chez les Abiétinées, une portion de cet appareil spécial de soutien, subit, en vue de la déhiscence du cone, une diffé-

renciation d'autant plus complexe que cette déhiscence est elle-même plus difficile à réaliser. Elle atteint son maximum chez les *Cedrus*. La dessiccation du cone est l'agent provocateur du fonctionnement de ce tissu spécial.

Cette différenciation est particulière aux Abiétinées (sauf *Keteleeria*). Chez le *Sciadopitys* et les Taxodinées, l'ouverture des écailles est provoquée par le retrait du parenchyme seul.

6° Indépendamment de l'imbrication des écailles, des appareils accessoires concourent à assurer la protection des graines. Tantôt, de simples poils épidermiques s'enchevêtrent dans les régions en contact (Abiétinées, sauf les *Pinus*, Taxodinées, sauf le *Taxodium distichum* et le *Cunninghamia*). Tantôt une soudure intime réunit les épidermes appliqués de ces régions (*Pinus*, *Taxodium distichum*) ; cette soudure semble réalisée par une sécrétion oléorésineuse.

Au voisinage des graines, les appendices peuvent offrir une sécrétion épidermique qui englue ces graines et achève d'occlure les interstices des écailles (*Sequoia*). Parfois, de simples poils enchevêtrés ou appliqués remplissent ce rôle (*Larix*, *Cedrus*).

Nous terminerons cet exposé en faisant observer que la classification représentée par le tableau D, et basée sur des caractères anatomiques du cone, confirme le groupement adopté par Eichler (*in* Engler et Prantl, *Coniferæ*, 1887) et basé sur des caractères de morphologie externe. Il faut cependant faire une réserve pour le *Sciadopitys*, que cet auteur range parmi les Taxodinées, mais en constituant, de ce genre, un groupe spécial, équivalent à lui seul au reste de la tribu. Malgré cette divergence, nous croyons au bien fondé de notre classement, les caractères anatomiques du cone, que nous avons invoqués, constituant un critérium d'autant plus digne de confiance, que ces caractères sont, moins que d'autres, soumis aux influences d'adaptation. A ce point de vue, ils offrent une supériorité marquée sur ceux que fournit la morphologie interne ou externe des organes végétatifs.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Pour toutes les coupes dont le grossissement ne dépasse pas 15 diamètres, la représentation est semi-schématique. Le contour des organes a été dessiné sur projections à la chambre noire. Le parenchyme fondamental à parois cellulaires minces est représenté par une légère teinte de fond. Les teintes plus foncées correspondent à des tissus plus denses tels que le liber et les sclérenchymes; la partie ligneuse des faisceaux est représentée en noir. Les réserves en blanc figurent les canaux sécréteurs dont le contour est simplement limité au trait.

PLANCHE I

Fig. 1 à 21. — *Abies Nordmanniana.* — Cone adulte. Phases principales d'une série de coupes pratiquées dans le rachis du cone, parallèlement à son axe géométrique (1 à 13). La série se continue par des coupes transversales du pédicule d'un appendice double jusqu'au niveau du micropyle des graines environ (14 à 21). Gr. 7D; *fe*, faisceaux libéro-ligneux destinés à l'écaille; *fb*, faisceaux destinés à la bractée mère; *cc*, canaux sécréteurs caulinaires; *ca*, canaux appendiculaires (paire originelle, directement insérée sur les caulinaires); *cam*, canaux appendiculaires montant verticalement le long des flancs du faisceau et s'embranchant sur la paire principale *ca; cas*, canaux appendiculaires supérieurs issus des canaux montants *cam; cb*, canaux destinés à la bractée mère; *t*, talon de la bractée; *ig*, traces de l'insertion des graines au niveau du micropyle environ.

Fig. 1. — Portion de coupe pratiquée au milieu de la région ligneuse de l'axe et comprenant trois mailles vasculaires correspondant aux insertions 13, 16, 21 (voir pl. III, fig. 42, un cycle phyllotaxique développé sur un plan); F, faisceau caulinaire (réparateur); *fb*, faisceau double (foliaire) destiné à la bractée mère.

Fig. 2. — Coupe parallèle à la précédente et pratiquée au niveau de la pointe des faisceaux libériens de l'axe du cone; XXI, trace d'une insertion double coupée normalement; XIII, XVI, XVIII, insertions voisines coupées obliquement. L'insertion XVIII montre, de profil, le mode de ramification des canaux caulinaires et appendiculaires.

Fig. 3, 4, 5, 6, 7. — Coupes successives montrant la disposition des deux canaux caulinaires embrassant l'insertion XXI; les figures 6 et 7 montrent en *d* une dilatation de ces canaux qui annonce leur bifurcation pour la naissance de deux canaux appendiculaires. L'arc vasculaire supérieur 'ouvre peu à peu; le double faisceau de la bractée s'en écarte progressivement.

Fig. 8 et 9. — La paire de canaux appendiculaires, *ca*, coupée transversalement.

Fig. 10, 11, 12. — Deux canaux montants, *cam*, se détachent de la paire appendiculaire *ca*.

Fig. 13, 14, 15. — Les canaux *cam* s'incurvent en haut pour donner une paire horizontale supérieure *cas*. C'est à ce niveau que le pédicule est tout à fait isolé de l'axe extérieurement.

Fig. 16 à 19. — Coupe transversale du pédicule avant le talon de la bractée mère; 18 et 19, bifurcation de la paire appendiculaire *ca* pour donner deux canaux *cb* destinés à la bractée.

Fig. 20, 21. — Le pédicule au début du talon *t* de la bractée. La teinte foncée de ce talon figure un sclérenchyme spécial représenté avec détails dans la figure 44.

PLANCHE II

Abies Nordmanniana. — Cone adulte. Suite de la série précédente. Gr. 7 D. Les figures 22 à 31 représentent des coupes également espacées dans la région délimitée par ces mêmes chiffres sur la figure 36, pl. III. Cette région comprend, en coalescence intime, la bractée mère, l'écaille séminifère et les graines; *gr*, graine. La bande foncée *co* de la région moyenne du tégument représente une coque scléreuse; *ps*, poches sécrétrices du tégument séminal; *fs*, faisceau séminal; *scl*, sclérenchyme (représenté par une teinte foncée); *td*, tissu fibreux servant à la déhiscence (voir le détail fig. 48).

Fig. 22 à 24. — L'arc vasculaire supérieur s'ouvre et s'étale; l'un des canaux supérieurs *cas*, commence à se bifurquer.

Fig. 25, 26, 27. — L'arc vasculaire se divise; tous les canaux de l'écaille se ramifient. Le tissu fibreux de déhiscence *td* se différencie sous l'arc vasculaire; il est représenté par une teinte plus foncée.

Fig. 28. — L'arc vasculaire est disjoint; deux faisceaux séminaux *fs* s'isolent de cet arc; la bractée mère commence à s'isoler par une poche médiane *po*.

Fig. 29, 30, 31. — Multiplication des faisceaux et des canaux de l'écaille. Les faisceaux séminaux s'écartent du système vasculaire de l'axe pour se diriger vers la chalaze. Les faisceaux figurés dans le tégument résultent de la bifurcation et du retournement des premiers à la chalaze. La bractée s'isole de plus en plus; *scl*, fibres scléreuses distribuées sans ordre dans un gonflement latéral de l'écaille.

PLANCHE III

Abies Nordmanniana.

Fig. 32 à 35. — Suite de la série précédente. Gr. 7D. *c*, carène; *as*, aile séminale; *m*, plages de cellules mucilagineuses; *tt*, tissu de transfusion à cellules largement ponctuées. (Voir fig. 50.)

Fig. 32 E et 32 B. — Écaille et bractée au même niveau, un peu au-dessus de la chalaze. Dans l'écaille, les faisceaux sont nombreux et distincts; les canaux sont localisés dans le parenchyme interne; *fb*, lame fibreuse de l'aile et de la périphérie de la graine; *td*, tissu de déhiscence représenté fig. 48, pl. V.

Dans la bractée B, le faisceau est resté double, accompagné des deux canaux *cb; st*, bandes à stomates interrompant le sclérenchyme périphérique (fig. 40) de soutien.

Fig. 33. — Coupe de l'écaille correspondant à la moitié de l'aile séminale; les canaux se distribuent en dessus et en dessous des faisceaux; le tissu de déhiscence *td* diminue; des fibres scléreuses forment des îlots *scl* dans le parenchyme interne.

Fig. 34. — Coupe de l'écaille au sommet extrême de l'aile. Les faisceaux s'entourent de tissu de transfusion *tt; scl*, fibres scléreuses; *m*, plages de cellules à mucilage (voir pl. V, fig. 49, une portion détaillée de cette coupe).

Fig. 35. — Coupe de l'écaille à son sommet aminci. Les faisceaux sont remplacés par du tissu de transfusion *tt*.

Fig. 36. — Représentation semi-schématique d'un appendice double coupé longitudinalement suivant la carène de l'écaille. *Gr*, graine ; *as*, aile séminale ; *tt*, talon de la bractée. Les flèches indicatrices montrent la correspondance numérique et locale de la série de coupes précédemment décrite. Grandeur naturelle.

Fig. 37. — Le même appendice au moment de la déhiscence. E, écaille ; B, bractée mère.

Fig. 38. — Un axe de cone, pris avant la déhiscence et privé de ses appendices coupés au niveau du talon des bractées ; 0, 21 représentent les deux insertions initiales de deux cycles successifs. Gr. 1D.

Fig. 39. — *Id.* après la déhiscence des écailles. Gr. 1D.

Fig. 40. — Portion grossie de la coupe 32B ; *cb*, canal de la bractée ; *st*, stomate ; *scl*, fibres scléreuses sous-épidermiques. Gr. 100D.

Fig. 41. — Section transversale d'un axe de cone adulte. L'anneau libéroligneux est fermé, sauf au niveau des insertions. On a indiqué par des flèches les rangées verticales d'insertion des appendices sur l'axe ; les canaux caulinaires sont représentés par des blancs ; *ca*, branches montantes des canaux appendiculaires ; *tl*, tissu lacuneux.

Fig. 42. — Représentation schématique d'un cycle phyllotaxique. On suppose développé le cylindre comprenant les canaux. Les lignes pointillées verticales sont les rangées d'insertion ; les lignes horizontales représentent les entre-nœuds. Le cycle est représenté par la fraction de divergence 8/21 ; *cc*, canaux caulinaires avec leurs dilatations périodiques ; *ca*, canaux appendiculaires ; *cam*, branches montantes.

PLANCHE IV

Abies Nordmanniana. — Cone adulte.

Fig. 43. — Portion grossie de la figure 3 ; *fe*, arc vasculaire supérieur séparé du double faisceau de la bractée *fb*, par quelques cellules de parenchyme ; *tl*, tissu lacuneux adossé au liber.

Fig. 44. — Coupe longitudinale dans le tissu scléreux du talon de la bractée ; *ep*, épiderme à parois minces ; les cellules teintées sont celles où les parois horizontales de la coupe ont été respectées par la section. Les ponctuations du sclérenchyme sont figurées en blanc. Gr. 130 D.

Fig. 45. — Coupe transversale de l'aile de la graine à la hauteur de la coupe 34 environ : *ep*, épiderme ; *f*, fibres scléreuses ; *tl*, tissu lacuneux à parois cellulaires minces reliant la lame fibreuse *f* au parenchyme interne de l'écaille (voir fig. 49). Gr. 115 D.

Fig. 46. — Épiderme de l'aile séminale, vu de face. Gr. 115 D.

Fig. 47. — Lame fibreuse de l'aile et tissu lacuneux, vus de face et en superposition ; *f*, fibres unies longitudinalement avec méats lenticulaires *me* ; *tl*, tissu lacuneux à parois cellulaires minces. Gr. 115 D.

PLANCHE V

Abies Nordmanniana. — Cone adulte.

Fig. 48. — Coupe transversale de l'écaille au niveau du coude (fig. 32) ; *c*, carène ; *cs*, canaux sécréteurs ; *td*, tissu fibreux servant à la déhiscence ; *ep*, épiderme externe de l'écaille. Gr. 115 D.

Fig. 49. — Portion grossie de la coupe 34. L'aile a été enlevée ; *tt*, tissu de

transfusion autour du faisceau; *ep*, épiderme aérien avec poils cutinisés *p* et stomates *st*; *scf*, fibres scléreuses en îlots dans le parenchyme extérieur aux faisceaux; *sci*, cellules scléreuses du parenchyme interne; *scm*, sclérites dérivées de cellules à mucilage; *m*, cellules à mucilage à parois minces; *cs*, canaux sécréteurs. Gr. 115 D.

Fig. 50. — Tissu de transfusion à cellules ponctuées accompagnant un faisceau. Gr. 250 D.

PLANCHE VI

Keteleeria Fortunei. — Cone adulte.

Fig. 51. — Représentation semi-schématique d'un appendice double coupé longitudinalement suivant la carène de l'écaille. Les flèches indiquent la correspondance numérique et locale de la série de coupes ci-dessous décrite. Gr. 1 D.

Fig. 52. — Coupe du pédicule à la base; *fb*, faisceau de la bractée; *fe*, arc vasculaire fermé en anneau; *cb*, canaux de la bractée; *cs*, canaux de l'écaille. Gr. 7 D.

Fig. 53. — L'anneau vasculaire s'étale et les canaux de l'écaille se multiplient; *t*, talon de la bractée.

Fig. 54. — Niveau de séparation de la bractée B; le système vasculaire de l'écaille E est divisé en faisceaux distincts; *c*, carène; *Gr*, profil des graines détachées.

Fig. 55. — Niveau du coude, environ; *fsc*, fibres scléreuses en îlots dans le parenchyme externe.

Fig. 56. — Coupe faite au-dessus du coude; le développement du sclérenchyme externe est maximum.

Fig. 57. — Niveau de la moitié de l'aile; *c*, carène creusée en gouttière avec faisceaux et canaux; des îlots de fibres occupent le parenchyme interne sous l'aile séminale. Les faisceaux prennent du tissu de transfusion *tt*.

Fig. 58. — Sommet extrême de l'écaille. Tissu de transfusion abondant *tt*; *m*, cellules à mucilage formant la presque totalité du parenchyme interne.

Fig. 59. — Portion grossie de la figure 56. Faisceau libéro-ligneux en éventail; *m*, cellules à mucilage; *fsc*, fibres. Gr. 75 D.

Fig. 60. — Portion grossie de la figure 58 montrant le développement du tissu de transfusion aréolé autour d'un faisceau très réduit; *m*, cellules à mucilage; *fsc*, fibres. Gr. 115 D.

Cedrus Libani.

Fig. 61. — Représentation semi-schématique d'un appendice double coupé longitudinalement suivant la carène de l'écaille. Les flèches indiquent la correspondance locale et numérique des coupes ci-dessous décrites. Gr. 1 D.

Fig. 62 à 67. — Cone recueilli à la fin de la première année de maturation. Gr. 6 D.

Fig. 62. — Coupe du pédicule au voisinage immédiat de l'axe; *fe*, faisceau de l'écaille; *fb*, faisceau de la bractée; *ca*, canaux appendiculaires inférieurs; *cas*, canal appendiculaire supérieur.

Fig. 63. — Niveau de séparation de la bractée; *tl*, tissu lacuneux figuré par une teinte plus pâle. Le faisceau de l'écaille grossit et s'étale; celui de la bractée est éteint.

Fig. 64. — Le faisceau de l'écaille est bifurqué; *fs*, faisceaux séminaux innervant le tégument; *ps*, poches sécrétrices du tégument.

Fig. 65. — L'un des faisceaux a donné une branche médiane; le canal sécréteur supérieur *cas* est en voie d'extinction; les canaux sous-ligneux *ca* se

ramifient; le tissu lacuneux envoie des tractus *tl* dans les bourrelets latéraux de l'écaille.

PLANCHE VII

Cedrus Libani (Suite).

Fig. 66-67. — Niveau de la chalaze. Le faisceau séminal se détache du faisceau de l'écaille et se bifurque presque en même temps pour entrer dans le tégument.

Fig. 68 à 70. — Cone recueilli à la fin de la seconde année de maturation. Gr. 6 D.

Fig. 68. — Faisceaux distincts; *c*, carène séparant les ailes séminales *as; ca*, canaux dilatés en larges poches; le tissu figuré par une teinte foncée *td*, dans la région extérieure aux faisceaux, est constitué par des fibres dont la lignification décroît de l'intérieur à l'extérieur de l'organe; la partie plus claire *fd* représente un massif de fibres exemptes de toute lignification; *C*, bourrelet latéral formé de fibres courtes et un peu sinueuses.

Fig. 69. — Même distinction que dans la coupe précédente entre les régions *td* et *fd* (voir pour la structure détaillée la figure 72).

Fig. 70. — Les faisceaux sont remplacés par du tissu de transfusion *tt;* les épidermes externe et interne sont munis de poils.

Fig. 71. — Coupe transversale de trois pédicules contigus, sectionnés à peu de distance de l'axe (cone adulte). L'épiderme *ep* est formé de cellules allongées en poils qui s'appliquent ou s'enchevêtrent; *scl*, parenchyme scléreux. Gr. 75 D.

Fig. 72. — Portion grossie de la figure 69, montrant la structure de l'aile séminale *as* et celle du tissu de déhiscence *td ; fd*, fibres non lignifiées susceptibles d'un fort retrait; *ep*,épiderme avec poils scléreux *p*. Gr. 75 D.

Fig. 73. — Les fibres *fb* (fig. 72) vues en coupe longitudinale. Gr. 75 D.

Fig. 74. — Coupe transversale d'un axe de cone de première année. La partie basilaire des pédicules contigus est comprise dans cette figure; *fb*, faisceaux de bractées mères; *fe* faisceaux d'écailles séminifères; *cc*, canaux caulinaires. Gr. 6 D.

Cedrus Deodara. Cône de première année.

Fig. 75. — Coupe transversale d'un axe de cone. Les blancs réservés dans le bois d'automne des faisceaux figurent des canaux sécréteurs; *fsc*, fibres corticales. Gr. 6 D.

PLANCHE VIII

Tsuga canadensis.

Fig. 76. — Coupe transversale d'un axe de cone et des appendices insérés au même niveau; *fe*, faisceaux de l'écaille; *fb* faisceaux de la bractée mère; *cc* canaux caulinaires; *ca*, canaux appendiculaires; *cb*, canaux de la bractée; *ps*, poches sécrétrices du tégument séminal; *po*, poche médiane isolant à l'origine la bractée mère de l'écaille séminifère. Gr. 10 D.

Fig. 77. — Représentation semi-schématique d'un appendice double coupé longitudinalement suivant la carène de l'écaille séminifère (cone adulte). Les flèches indiquent la correspondance numérique et locale des coupes suivantes. Gr. 2 D.

Fig. 78. — Coupe transversale du pédicule avant la séparation complète de la bractée mère B. Mêmes lettres que pour la figure 76; *fs* faisceaux séminaux; *fsc*, massif de fibres scléreuses; *co*, coque scléreuse du tégument séminal. Gr. 10 D.

Fig. 79. — Coupe transversale de l'écaille un peu au-dessous de la chalaze ; *tf*, tissu fibreux des renflements latéraux de l'écaille. Gr. 10 D.

Fig. 80. — Coupe transversale de l'écaille à mi-hauteur de l'aile séminale. Cette aile n'est pas représentée : la ligne de rupture est représentée par un pointillé ; *p* poils épidermiques. Gr. 10 D.

Fig. 81. — Portion grossie de la coupe précédente ; l'aile séminale *as* y est représentée ; *fll*, faisceaux libéro-ligneux grêles ; *fsc*, fibres scléreuses ; *ex* exoderme ; *p*, poils épidermiques ; *sci*, lame de soutien externe, sous l'aile séminale. Gr. 100 D.

Pseudotsuga Douglasii. — Cone adulte.

Fig. 82. — Représentation semi-schématique d'un appendice double coupé longitudinalement suivant la carène de l'écaille ; B, bractée mère ; E, écaille séminifère ; *gr*, graine ; *as*, aile séminale. Les flèches indiquent la correspondance numérique et locale avec les coupes ci-dessous décrites. Gr. 1 D.

Fig. 83. — Coupe transversale du pédicule au début de séparation de la bractée mère ; *fsc*, fibres scléreuses de la bractée ; *td*, début du tissu de déhiscence.

Fig. 84. — Coupe transversale de l'écaille et de la bractée après leur séparation ; *td* massif fibreux formant le tissu dorsal de déhiscence ; *s*, sillon dorsal médian de l'écaille ; *sci*, lames scléreuses internes sous les ailes séminales *as* ; *c*, carène.

Fig. 84 *bis.* — Coupe de la bractée à son sommet trifurqué.

Fig. 85. — Portion grossie d'une coupe transversale de l'écaille au milieu de l'aile séminale ; *as*, aile séminale ; *sci*, lame scléreuse interne ; *fi*, fibres sous-ligneuses renforçant le faisceau ; *sc*, sclérites isolées à pointes multiples ; *ex*, exoderme formé d'une lame fibreuse adossée à l'épiderme *ep*. Gr. 100 D.

PLANCHE IX

Picea excelsa.

Fig. 86. — Cone jeune. Coupe transversale du pédicule avant la séparation de la bractée mère. Cette dernière, seule, est représentée en entier. Gr. 8 D.

Fig. 87. — Coupe transversale de l'écaille vers la moitié des graines ; *co*, coque scléreuse du tégument séminal ; c, carène ; *cai*, canaux du parenchyme interne ; *cae*, canaux du parenchyme externe ; *tl* tissu lacuneux des bords de l'écaille. Gr. 8 D.

Fig. 87 *bis.* — Coupe transversale de l'écaille à mi-hauteur de l'aile séminale ; *as*, aile séminale ; *sci*, lame scléreuse interne ; *sce*, lame scléreuse externe ; *tl*, tissu lacuneux dorsal. Gr. 8 D.

Picea Morinda. — Cone adulte.

Fig. 88. — Portion grossie d'une coupe correspondant au niveau de la coupe 87 *bis*. La plus grande partie du parenchyme où sont plongés les faisceaux n'a pas été représentée ; *as*, aile séminale ; *sci*, lame scléreuse interne ; *sce* lame scléreuse externe ; *tl* tissu lacuneux dorsal ; *ex*, exoderme ; *p*, poils épidermiques. Gr. 100 D.

Fig. 90. — Figure semi-schématique d'un appendice double coupé longitudinalement suivant la carène de l'écaille. Les flèches indiquent la correspondance des coupes, aussi bien pour les figures 86, 87 et 87 *bis* que pour la figure 88 ; le profil d'une écaille de *Picea excelsa* est en effet semblable à celui qui est représenté dans cette figure. Gr. 1 D.

Larix Europaea.

Fig. 91. — Cone adulte. Représentation semi-schématique d'un appendice double et de l'axe du cone, vus en coupe longitudinale médiane. — Les

flèches indiquent la correspondance locale et numérique des coupes ci-dessous figurées et décrites.

Fig. 91 *bis*. — Cone recueilli avant sa maturité (avril); coupe tangentielle de l'axe du cone passant par la région des canaux caulinaires; *fe*, arc vasculaire de l'écaille; *fb*, double faisceau de la bractée; *cc* canaux caulinaires; *cam*, canaux appendiculaires montant le long des flancs du système vasculaire des appendices. Gr. 8 D.

Fig. 92. — Même échantillon. Coupe du pédicule au début de la séparation de la bractée; *po*, deux poches médianes par lesquelles débute la séparation. L'arc vasculaire se disjoint. Gr. 8 D.

Fig. 93. — Coupe transversale de l'écaille un peu au-dessus de la chalaze; *cai*, canaux dans le parenchyme interne. Gr. 8. D.

Fig. 94. — Coupe transversale de l'écaille au milieu de l'aile séminale. Gr. 8 D.

Fig. 95. — Cône adulte. Coupe transversale de l'écaille au même niveau que la coupe 94. Portion médiane comprenant la carène aplatie *c* et la lame scléreuse sous-jacente *sc; sce,* lame fibreuse externe, disjointe en îlots dans cette région médiane; *ex*, exoderme; *ep* épiderme sclérifié; *p*, poil capité. Gr. 100. D.

Fig. 96. — Même coupe. Portion latérale correspondant à l'aile séminale *as*; *sci*, lame scléreuse interne sous l'aile; *sce*, lame scléreuse externe; *ep*, épiderme sclérifié; *str*, saillies épidermiques formant les stries longitudinales de l'écaille. Gr. 100 D.

Fig. 97. — Portion de l'épiderme du pédicule au voisinage de l'axe; *p*, poils épidermiques pluricellulaires. Gr.

PLANCHE X

Pinus strobus.

Fig. 98 à 104. — Cone très jeune recueilli immédiatement après la pollinisation. *Gr.* 12 D.

Fig. 98. — Coupe transversale du pédicule au niveau du micropyle des graines; *c*, carène; *gr*, graines; *fe*, faisceaux de l'écaille; *fb*, faisceau de la bractée; *ca*, canaux appendiculaires.

Fig. 99 à 102. — Coupes suivantes montrant la multiplication des faisceaux de l'écaille, la division des canaux appendiculaires et la séparation de la bractée.

Fig. 103, 104. — Coupes du sommet de l'écaille montrant les relations des faisceaux et des canaux.

Fig. 105 à 109. — Cone adulte.

Fig. 105. — Coupe transversale d'une écaille mûre au sommet (niveau de soudure avec les écailles voisines. Gr. 7 D.

Fig. 106. — Portion grossie de la région médiane de la coupe ci-dessus; *epi*, épiderme interne; *sci*, lame scléreuse interne; *sce*, lame scléreuse externe; *epe*, épiderme externe; *pl*, parenchyme lacuneux, *as*, aile séminale; *cs*, canaux dans le parenchyme externe; *th*, début de thylles dans les canaux; *fi*, fibres de renfort du faisceau. Gr. 60 D.

Fig. 107. — Même coupe. Portion latérale montrant les relations de l'écaille A avec les écailles voisines B et C; *ts* tissu de soudure comprenant l'épiderme externe de l'écaille A, l'épiderme interne et quelques assises de parenchyme de l'écaille C; *tt*, tissu de transfusiou aréolé. Gr. 60 D.

Fig. 108. — Portion de coupe transversale d'une écaille mure après déhiscence. Thylles des canaux sécréteurs. Gr. 60 D.

Fig. 109. — Représentation semi-schématique d'un appendice double coupé longitudinalement suivant la carène. Les flèches indiquent la correspondance numérique et locale des coupes.

Pinus pinaster. — Cone jeune.

Fig. 110. — Périderme terminal de l'écaille donnant un feuillet subéreux épais *s*.

Pinus cembra. — Cone jeune.

Fig. 111. — Coupe transversale d'une écaille à son sommet dilaté. Écartement tangentiel des faisceaux et des canaux. Gr. 7 D.

PLANCHE XI

Cryptomeria japonica.

Fig. 112. — Cone adulte. Coupe longitudinale médiane d'un appendice double. Les flèches indiquent la correspondance des coupes décrites ci-dessous ; *fe*, faisceau médian supérieur ; *fb*, faisceau médian inférieur ; *cb*, canal médian adossé au faisceau *fb* ; *mb*, mucron terminal de la bractée ; *me*, sommet de l'écaille ; *ig*, insertions séminales.

Fig. 113 à 119. — Cone jeune. Gr. 10 D.

Fig. 113. — Coupe transversale de l'axe du cone à la base ; les appendices sont de simples feuilles stériles ; *fr*, faisceaux caulinaires ; *fb*, faisceaux foliaires ; *tt*, tissu de transfusion ; *cb*, canal foliaire adossé au faisceau ; *co*, coussinet foliaire ; *sc*, sclérites dans la moelle.

Fig. 114. — Coupe transversale d'un axe de cone dans sa partie médiane. Les départs vasculaires des appendices comprennent trois faisceaux, *fb*, *fe*, *fe*.

Fig. 115. — Coupe transversale des appendices d'un cone au voisinage de l'axe. La portion figurée comprend une tranche longitudinale de la moitié inférieure du cone ; A, section de la base d'une écaille fertile trifasciculée ; B et C, sections d'écailles stériles dont la dernière peut être considérée comme une simple feuille ; *fb*, faisceau de la bractée ou de la feuille ; *fe*, faisceaux de l'écaille séminifère ; *sc*, sclérites.

Fig. 116. — Coupe suivante ; la base de l'écaille fertile A est en partie libre ; naissance des canaux *cb* ; *tt*, tissu de transfusion ; fe_1, branches dérivées des faisceaux *fe*.

Fig. 117. — Coupe transversale de l'appendice double vers le niveau d'insertion des graines ; *fe*, faisceaux latéraux primitifs (fig. 115) et leurs branches filles, fe_1, fe_2 fe_3, fe_4 ; *sc*, sclérites ; *ce*, canaux du parenchyme externe.

Fig. 118. — Coupe transversale de l'appendice double après l'insertion des graines. Naissance des canaux *ci* du parenchyme interne.

Fig. 119. — E, mucrons terminaux de l'écaille ; B, languette terminale de la bractée.

Fig. 120 à 129. — Cone adulte recueilli au début de la déhiscence.

Fig. 120 à 123. — Coupes transversales de la base de l'appendice double montrant la coalescence des faisceaux accrus.

Fig. 124, 125. — Id. au niveau d'insertion des graines. Déformation de l'ellipse vasculaire ; accroissement des canaux.

Fig. 126. — Après l'insertion des graines. Naissance du tissu de transfusion *tt* ; *p*, poils d'occlusion du cone.

Fig. 127. — Début de séparation de la bractée B. Le groupe externe des canaux est éteint ; le groupe interne (*ci*) atteint son maximum ; *sc*, sclérites courtes ; *fi*, fibres ; *st*, stomates dans le repli de séparation de la

bractée et de l'écaille ; f_2, f_3, faisceaux issus des latéraux *fe* et entraînés dans le parenchyme de la bractée; *ex*, exoderme fibreux.

Fig. 128. — Un faisceau de l'écaille avec le tissu de transfusion aréolé ; *fl*, fibres libériennes ; *tr*, trachées ; *v*; vaisseaux aréolés ; *tt*, tissu de transfusion aréolé ; *fi*, fibres. Gr. 120 D.

Fig. 129. — Épiderme des régions imbriquées de l'écaille ; *p*, poil à parois minces ; *psc*, poil scléreux ; *sc*, sclérite du parenchyme. Cr. 120 D.

PLANCHE XII

Taxodium distichum. — Cone adulte.

Fig. 130. — Coupe transversale d'un axe de cone et de la base des appendices A, B, C, insérés au même niveau ; *fr*, faisceaux caulinaires, *fe*, fe_1, faisceaux destinés à l'écaille ; *fb*, faisceau destiné à la bractée ; *cb*, canal naissant dans un coussinet d'appendice ; *ce*, canaux latéraux du parenchyme externe de la base de l'appendice C. Gr. 14 D.

Fig. 131. Coupe longitudinale médiane d'un appendice double ; *gr*, graine ; *tt*, tissu de transfusion ; *cb*, canal dorsal du faisceau de la bractée ; *m*, mucron terminal de cette bractée ; *ci*, canal du groupe interne. Gr. 2 D.

Fig. 132. — Coupe transversale de la base d'un appendice. Mêmes lettres que pour les figures 130 et 131. Gr. 7 D.

Fig. 133. — Id. au début de l'insertion séminale ; le faisceau f_1, dérivé de *fe*, peut faire défaut. Gr. 7 D.

Fig. 134. — Coupe transversale de l'appendice au milieu de la graine, un peu au-dessous du mucron de la bractée ; f_1, f_2, f_3, branches dérivées du faisceau latéral *fe* ; *ci*, canaux du groupe interne (début). Gr. 7 D.

Fig. 135. — Coupe transversale de l'appendice pratiquée parallèlement à la surface externe de l'écusson. Cette coupe comprend la région de soudure des écussons voisins ; *ts*, tissu de soudure entre deux écailles voisines ; *tt*, tissu de transfusion formant une bande vasculaire festonnée ; *ci*, canaux du groupe interne. Les sclérites, très nombreuses dans tout le parenchyme de cette région, n'ont pas été figurées. Gr. 7 D.

Fig. 136. — Portion grossie de la figure 134, prise au voisinage de l'épiderme externe de l'écusson ; *sc*, sclérites.

Taxodium heterophyllum Brgn. — Cone adulte.

Fig. 137. — Coupe transversale de l'axe du cone. Gr. 14 D.

Fig. 138. — Coupe transversale d'un appendice double au voisinage de l'axe ; *fe*, système vasculaire de l'écaille et de la bractée concrescent en anneau continu ; *cb*, *ce*, canaux du groupe externe. Gr. 10 D.

Fig. 139. — Coupe transversale de l'appendice double au milieu de la graine ; *fb*, faisceau de la bractée et son canal adossé *cb* ; *ce*, autres canaux du groupe externe ; *ci*, canaux du groupe interne (début), *p*, poils d'occlusion du cone. Gr. 10 D.

Fig. 140. — Coupe transversale de l'appendice double après l'insertion séminale ; fe_1, fe_2, fe_3, branches dérivées des faisceaux latéraux primitifs *fe*. Gr. 10 D.

Sequoia sempervirens. — Cone adulte.

Fig. 141. — Coupe longitudinale médiane d'un appendice double ; *m*, mucron terminal de la bractée ; *e*, portion terminale de l'écaille. Gr. 2 D.

Fig. 142. — Coupe transversale d'un axe de cone ; *s*, suber. Gr. 8 D.

Fig. 143. — Coupe transversale d'un appendice double très près de l'axe ; *fe*, système vasculaire de l'écaille ; *fb*, faisceau de la bractée ; *s*, suber. Gr. 8 D.

Fig. 144 et 145. — Coupes transversales à des niveaux plus élevés, avant les insertions séminales ; le faisceau *fb* s'isole nettement ; le système vasculaire supérieur se disjoint en faisceaux distincts dérivés des latéraux *fe ; sc*, sclérites. Gr. 8 D.

Fig. 146. — Coupe transversale vers le niveau d'insertion des trois graines les plus élevées ; *ig*, insertions séminales ; *tt*, tissu de transfusion ; *cb*, canal dorsal du faisceau de la bractée ; *ce*, autres canaux du groupe externe. Gr. 8 D.

Fig. 147. — Coupe transversale un peu avant l'isolement du mucron terminal de la bractée ; *m*, mucron avec son faisceau *fb*, et son canal adossé *cb* ; *tt*, tissu de transfusion terminant les faisceaux au sommet de l'écaille. Gr. 8 D.

PLANCHE XIII

Fig. 148. — Tissu de transfusion aréolé. Gr. 130 D.

Sequoia gigantea. — Cone adulte.

Fig. 149. — Coupe longitudinale médiane d'un appendice double. Même légende que celle de la figure 141. Gr. 4 D.

Fig. 150. — Coupe transversale d'un appendice double après l'insertion des graines ; les espaces blancs réservés dans le bois des faisceaux figurent des canaux sécréteurs ; *s*, suber ; *cb*, *ce*, canaux du groupe externe ; *ci*, canaux du groupe interne. Gr. 4 D.

Fig. 151. — Coupe transversale à un niveau plus élevé. L'ellipse vasculaire s'est étalée pour suivre l'élargissement de l'organe ; *tt*, tissu de transfusion. Gr. 4 D.

Fig. 152. — Coupe transversale un peu avant l'isolement du mucron terminal de la bractée ; *fb*, faisceau de la bractée avec son canal adossé *cb*, *tt*, tissu de transfusion remplaçant au sommet tous les autres faisceaux de l'ellipse vasculaire. Gr. 4 D.

Fig. 153. — Portion grossie de la coupe 151 ; *ep*, poils épidermiques sécréteurs ; *s*, suber ; *ce*. un canal du groupe externe. Gr. 115 D.

Fig. 154. — *Id.* intéressant un faisceau ; *lb*, liber ; *v*, vaisseaux aréolés du bois ; c_1, canaux sécréteurs à la pointe du faisceau ; *rm*, rayon médullaire résorbé par la confluence de deux canaux voisins ; c_2, canaux sécréteurs d'une région plus âgée du faisceau ; *fi*, fibres scléreuses. Gr. 115 D.

Fig. 155. — Les fibres *fi* de la figure 154, vues en coupe longitudinale. Gr. 115 D.

Fig. 156. — Portion centrale de la coupe transversale d'un axe de cône ; *cs*, canaux sécréteurs à la pointe des faisceaux. Gr. 115 D.

Athrotaxis selaginoides. — Cone adulte.

Fig. 157. — Coupe longitudinale médiane d'un appendice double ; *m*, mucron terminal de la bractée ; *e*, saillie interne de l'écaille séminifère ; les flèches indiquent la correspondance numérique et locale des coupes suivantes. Gr. 2 D.

Fig. 158. — Coupe transversale d'un appendice double très près de l'axe. Le système vasculaire comprend un faisceau d'apparence unique avec les bords relevés.

Fig 159 à 162. — Coupes transversales de l'appendice double avant l'insertion des graines. Isolement des faisceaux supérieurs réduits *fe ; ce*, canaux du groupe externe ; *ci*, canaux du groupe interne (début).

Fig. 163. — Niveau d'insertion de la graine la plus élevée. Les faisceaux latéraux ont disparu après avoir nourri les graines insérées plus bas ; le groupe interne de canaux est bien développé.

Fig. 164. — Après la dernière insertion séminale ; *e*, bourrelet parenchymateux représentant seul l'écaille séminifère, avec son groupe de canaux *ci*.
Fig. 165. — Coupe de la languette terminale de la bractée. Gr. 9 D (158-165).

PLANCHE XIV

Cunninghamia sinensis. — Cone adulte.
Fig. 166. — Coupe transversale de l'axe du cone ; *fb*, faisceaux creusés en gouttière et destinés aux appendices ; *cc*, canaux caulinaires ; *cb*, canaux sortant dans les appendices et adossés aux faisceaux appendiculaires. Gr. 6 D.
Fig. 167. — Coupe longitudinale médiane d'un appendice séminifère ; la graine médiane a été détachée ; L, lobe médian de la ligule trilobée qui surmonte le coussinet d'insertion des graines ; *ps*, poche sécrétrice de ce coussinet ; *t*, cellules spiralées sous la chalaze ; *fb*, faisceau médian de la bractée ; *fe*, faisceau très réduit à trachées externes ; *cb*, *ce*, canaux du parenchyme externe de la bractée ; *fi*, fibres scléreuses. Gr. 7 D.
Fig. 169. — Coupe transversale de l'appendice près de l'axe ; *fb*, faisceau à trachées tournées vers le haut ; les bords du faisceau sont légèrement relevés ; *cb*, canal adossé au faisceau ; *fi*, fibres. Gr. 7 D.
Fig. 170. — Coupe transversale, un peu au-dessus du niveau de séparation du faisceau supérieur *fe*, à trachées tournées vers le bas ; *cb*, *ce*, canaux du parenchyme externe ; *fi*, fibres, surtout localisées vers les bords de l'organe.
Fig. 171. — Coupe transversale, au niveau des lobes liguliformes *L* qui surmontent les graines ; *tt*, bandes de tissu de transfusion réunissant les faisceaux entre eux. Les canaux subissent des bifurcations nombreuses ; un exoderme fibreux *ex* renforce les bords de l'organe. Gr. 7 D.
Fig. 172. — Coupe transversale au sommet de la bractée ; l'exoderme fibreux *ex* occupe toute la périphérie de l'organe. Gr. 7 D.
Fig. 173. — Portion grossie de la figure 172, montrant une lame interfasciculaire de tissu de transfusion aréolé ; *t*, trachéee ; *v*, vaisseaux aréolés ; *fl*, fibres libériennes ; *tt*, cellules aréolées du tissu de transfusion ; *fi*, fibres du parenchyme interne de la bractée. (Cette figure doit être renversée pour être observée dans sa position normale). Gr. 120 D.
Araucaria Cookii. — Cone adulte.
Fig. 174. — Coupe transversale d'un appendice à la base de sa partie aérienne ; *f*, faisceaux à trachées supérieures accompagnés de tissu de transfusion *tt* ; *ce*, canaux du parenchyme externe, adossés aux faisceaux ; *ci*, canaux du parenchyme interne.
Fig. 175. — Portion grossie de la figure 174, montrant un faisceau et son canal adossé *ce* ; *tt*, tissu de transfusion aréolé ; *scl*, sclérites à pointes multiples, distribuées dans tout le parenchyme ; *cu*, épaisse cuticule de l'épiderme ; cette cuticule et la paroi des sclérites à pointes multiples sont incrustées de cristaux d'oxalate de chaux. Gr. 115 D.
Sciadopitys verticillata. — Cone adulte.
Fig. 176. — Coupe transversale de l'axe du cone ; *fr*, faisceaux caulinaires (réparateurs) ; *fb*, faisceaux destinés aux bractées mères ; *fe*, faisceaux des écailles séminifères ; *cc*, canaux caulinaires ; *cim*, canaux les plus voisins de l'arc vasculaire (groupe supérieur ou interne, fig. 182) se détachant des caulinaires embrassant cet arc ; *cb*, canaux adossés au faisceau de la bractée. Gr. 8 D.
Fig. 177. — Coupe longitudiale médiane d'un appendice double ; *fem*, faisceau médian de l'écaille ; *gr*, graine (coupée en partie) ; *fs*, faisceau séminal ; *fb*, faisceau de la bractée. Gr. 1,3 D.

Fig. 178 à 180. — Coupes tangentielles de l'axe du cône au niveau des canaux caulinaires *cc* ; *fb*, faisceau de la bractée ; *fe*, faisceaux de l'écaille. Gr. 8 D.

Fig. 181. — Coupe parallèle aux précédentes à la base d'un appendice double. Le système vasculaire supérieur se ferme en arc ; les deux canaux *cim*, voisins de cet arc, dérivent des caulinaires *cc* ; *cb*, canal dorsal du faisceau *fb*. Gr. 8 D.

PLANCHE XV

Sciadopitys verticillata.

Fig. 182 à 191 ; suite de la série précédente. (Voir pl. XIV.)

Fig. 182, 183. — L'arc vasculaire, fermé au sommet, ouvre ses branches ; *cim*, *ci*, canaux du groupe supérieur ou interne, destinés à l'écaille séminifère ; *cb*, *ce*, canaux du groupe inférieur ou externe, destinés à la bractée mère. Gr. 8 D.

Fig. 184 à 186. — L'arc vasculaire s'étale et se disjoint en trois faisceaux : deux latéraux *fe*, un médian fe_1 ; *scl*, lame sous-épidermique de fibres scléreuses à parois épaisses. Gr. 8 D.

Fig. 187. — Les faisceaux latéraux *fe* donnent successivement, par division, les branches fe_2, fe_3 ; les canaux *ci* de l'écaille donnent des branches tangentielles qui traversent les espaces interfasciculaires ainsi formés. Gr. 8 D.

Fig. 188. — Niveau de séparation de la bractée mère ; les branches filles telles que fe_2, se bifurquent elles-mêmes pour donner de petits ramuscules *f* ; tous ces faisceaux se munissent, sur les flancs, de tissu de transfusion *tt* (voir fig. 193) ; *ps*, poches sécrétrices courtes, très nombreuses dans le parenchyme dorsal de l'écaille séminifère. Gr. 8 D.

Fig. 189 à 191. — Coupes transversales du sommet de l'écaille séminifère montrant le mode de liaison vasculaire de chaque graine avec le faisceau sous-jacent de l'écaille. Les coupes comprennent seulement le faisceau médian f_1 et l'un des faisceaux voisins f_2 ; fs_1, faisceau séminal de la graine médiane gr_1 ; fs_2, faisceau séminal d'une graine voisine gr_2. La figure 189 intéresse la chalaze de la graine gr_2 ; la figure 190 intéresse la chalaze de la graine gr_1 ; la figure 191 montre la jonction des deux systèmes vasculaires de l'écaille et de la graine gr_1. Gr. 8 D.

Fig. 192. — Coupe longitudinale médiane du sommet de l'écaille montrant la liaison du système vasculaire de la graine gr_1 avec le faisceau fe_1 de de l'écaille ; *tt*, tissu de transfusion ; *s*, suber.

Fig. 193. — Un faisceau très grossi de l'écaille avec une aile de tissu de transfusion *tt* qui s'accroît par un cambium continuant le cambium normal. Gr. 135 D.

Fig. 194. — Portion grossie de l'épiderme aérien de l'écaille ; *cu*, cuticule. Gr. 120 D.

ERRATUM

Page 310, ligne 5, au lieu de « cône de *Cryptomeria*, etc... », lisez « cône de *Taxodium distichum*. Les faisceaux libéroligneux ne sont pas unis en un anneau continu et le liber est dépourvu de fibres stratifiées ».

9550-95. — Corbeil. Imprimerie Éd. Crété.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE VOLUME

TABLE DES ARTICLES

PAR NOMS D'AUTEURS

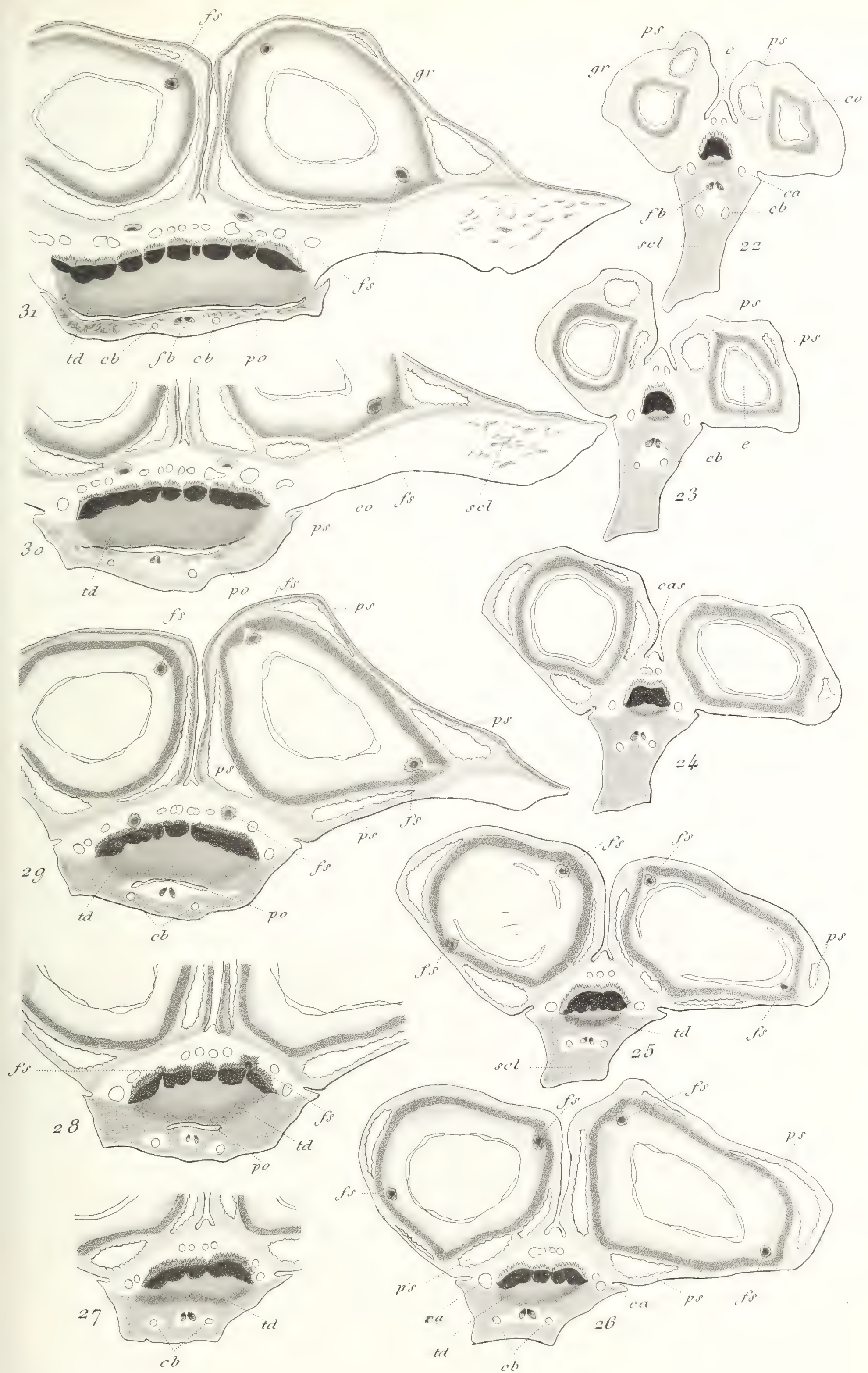
TABLE DES PLANCHES

ET DES FIGURES DANS LE TEXTE CONTENUES DANS CE VOLUME

Radais ad nat. del. Himely sc.

Conifères.





Radais ad nat. del. Himely sc.

Conifères.



32 E

32 B

33

34

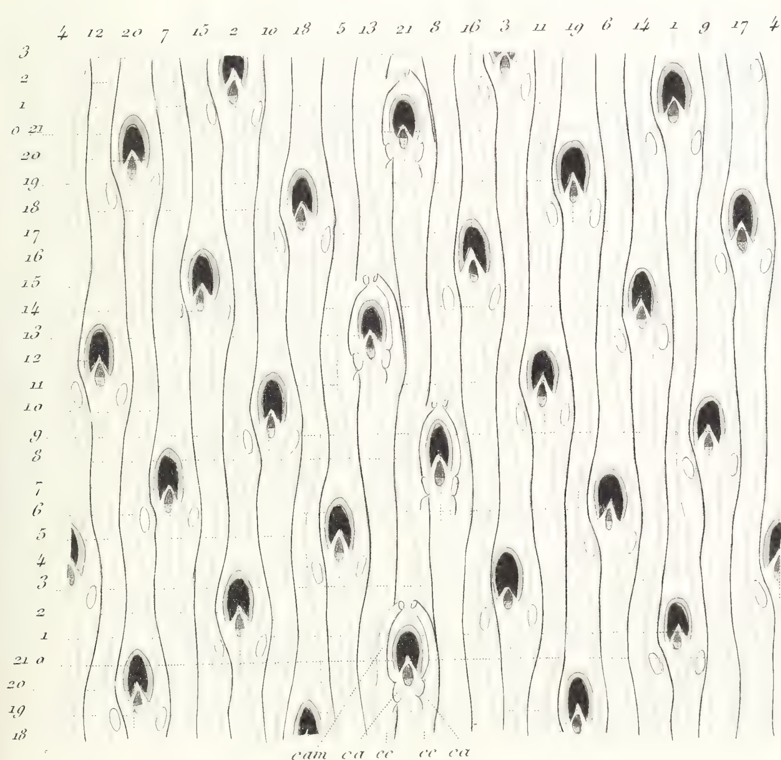
35

41

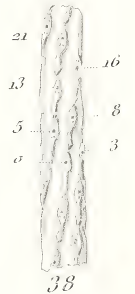
40

37

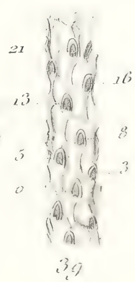
36



42



38



39

Radais ad nat. del. Himely sc.

Conifères.



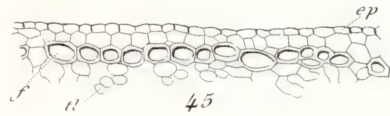
fe

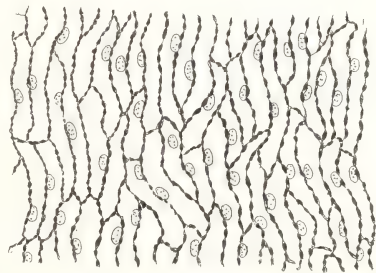
fb fb

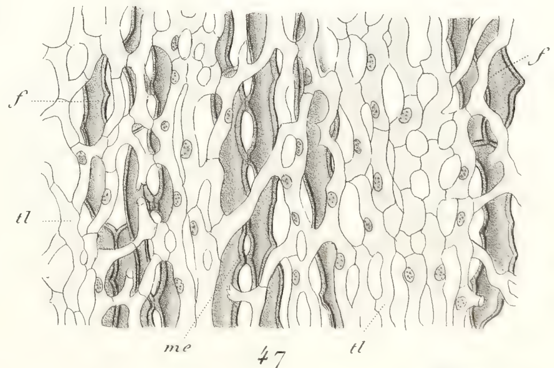
tl

43









Radais ad nat. del. *Himely sc.*

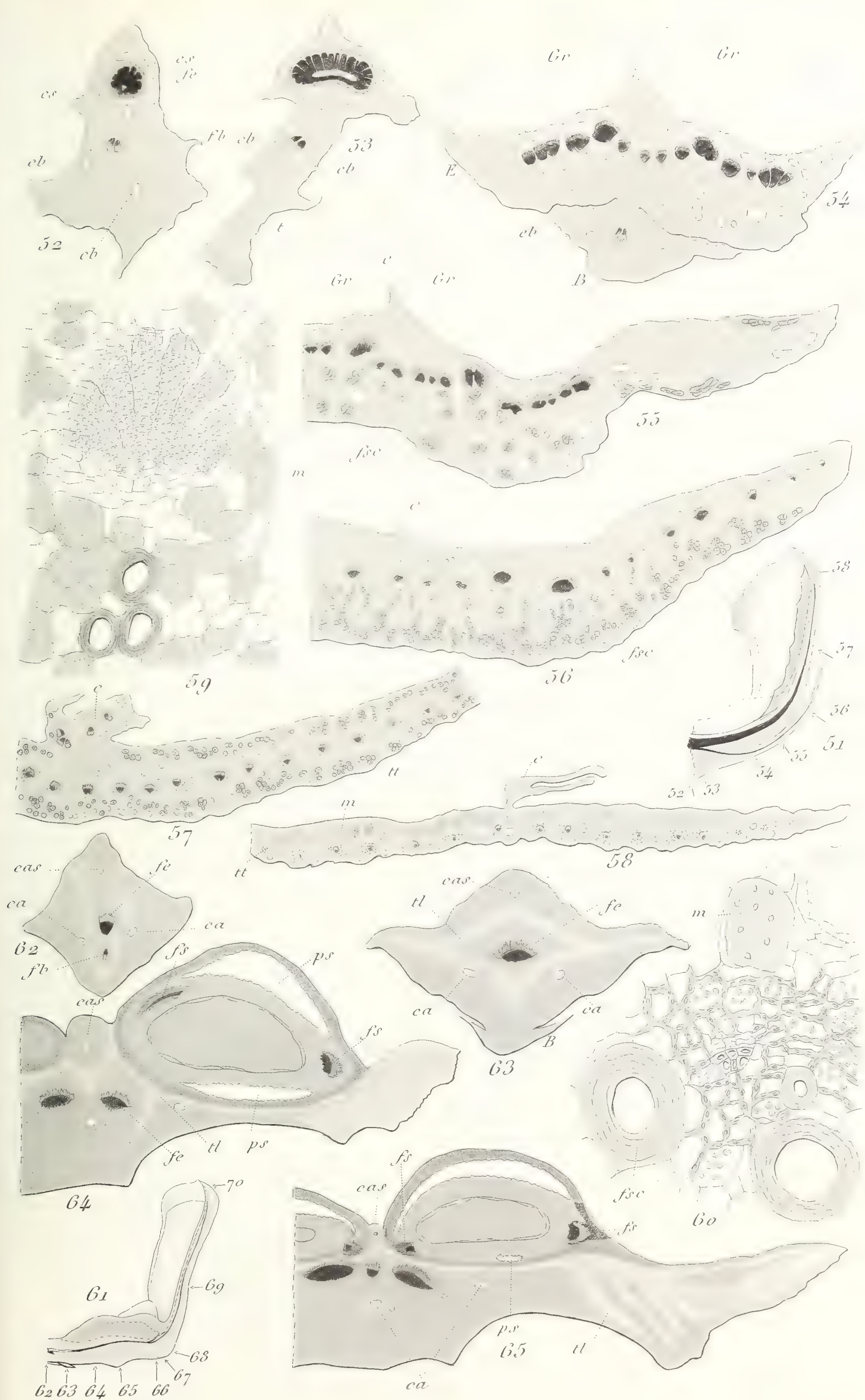
Conifères.



Radais ad nat. del. Himely sc.

Conifères.

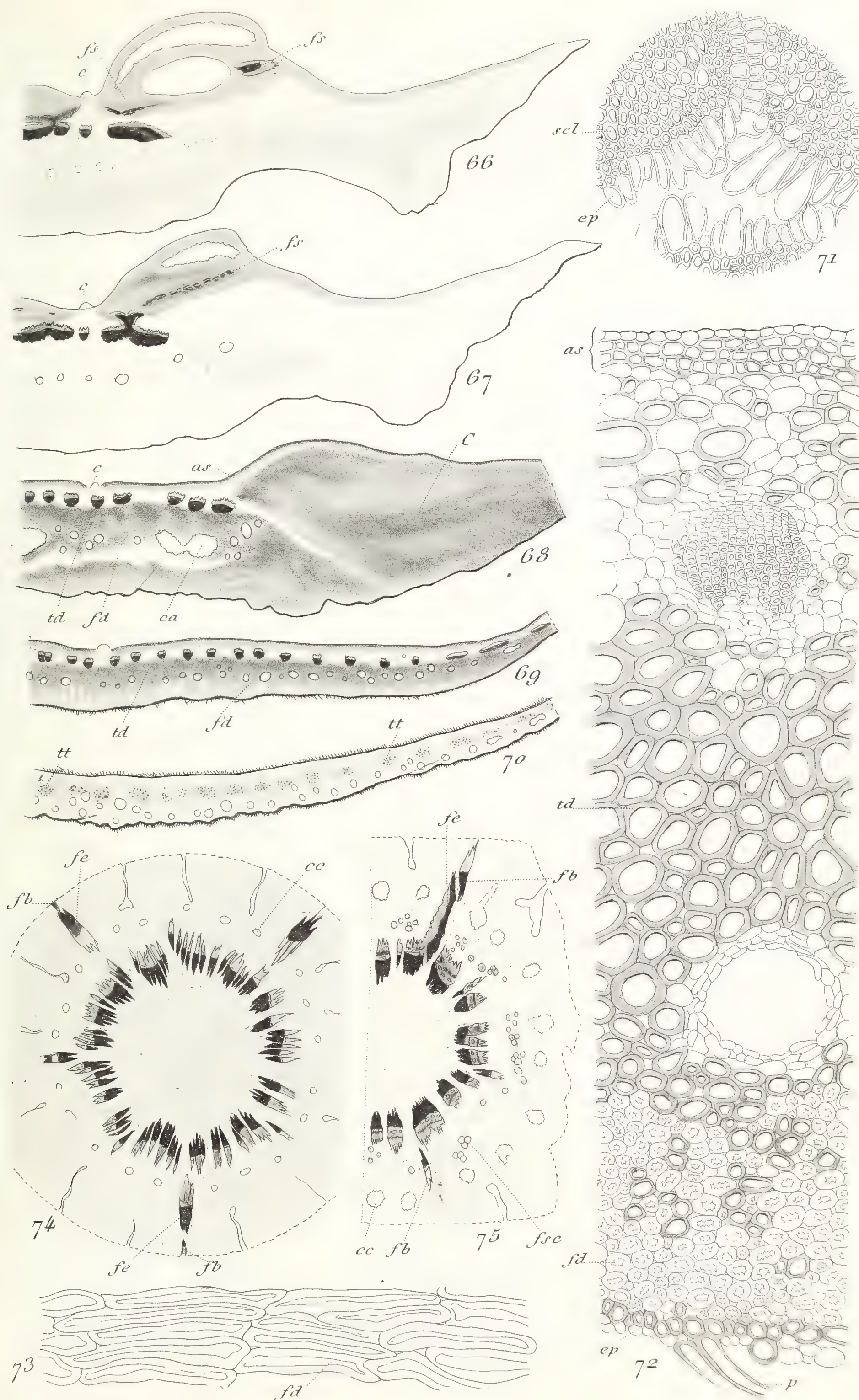

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY



Radais ad nat. del. Himely sc.

Conifères.

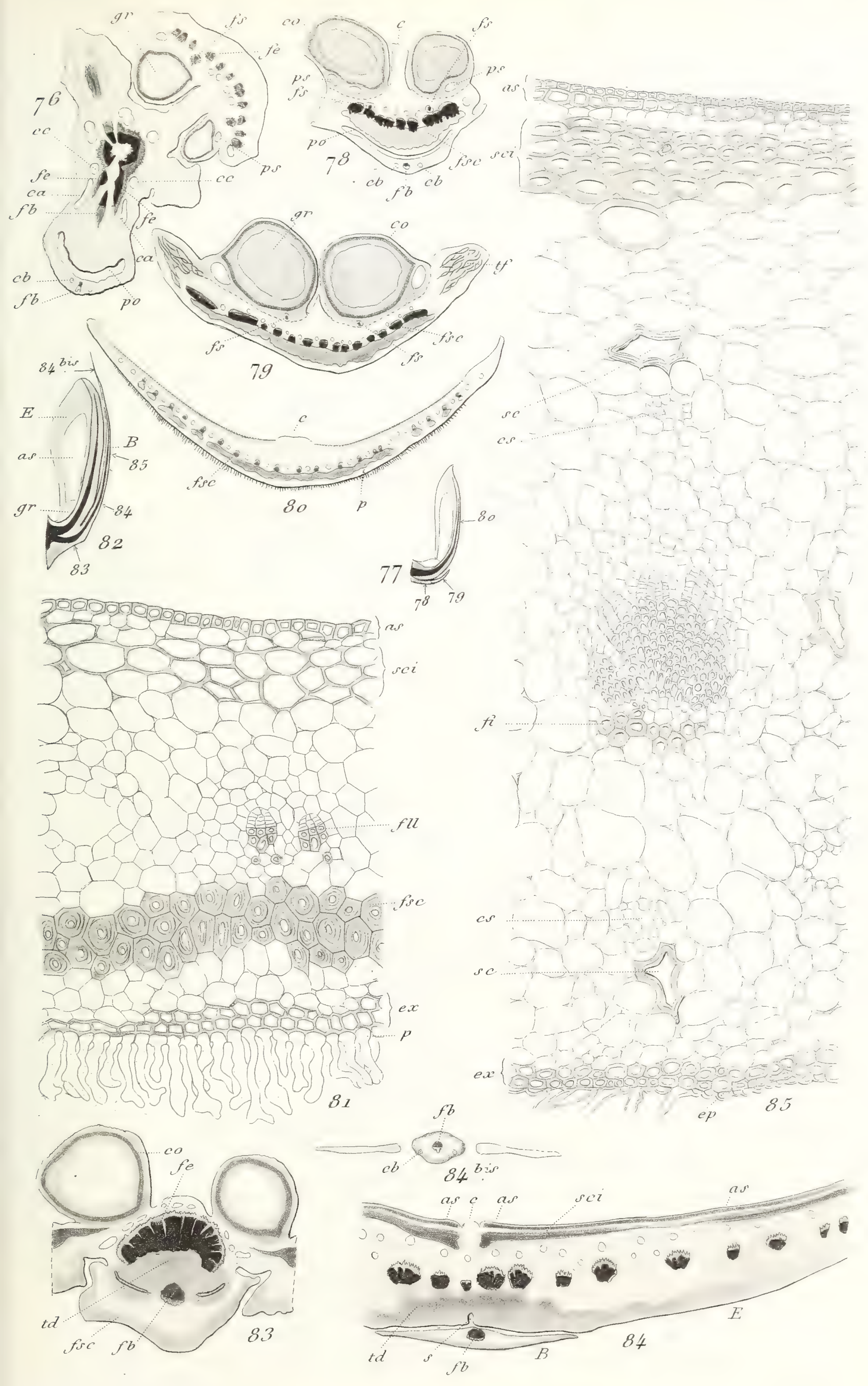

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY



Radais ad nat. del.

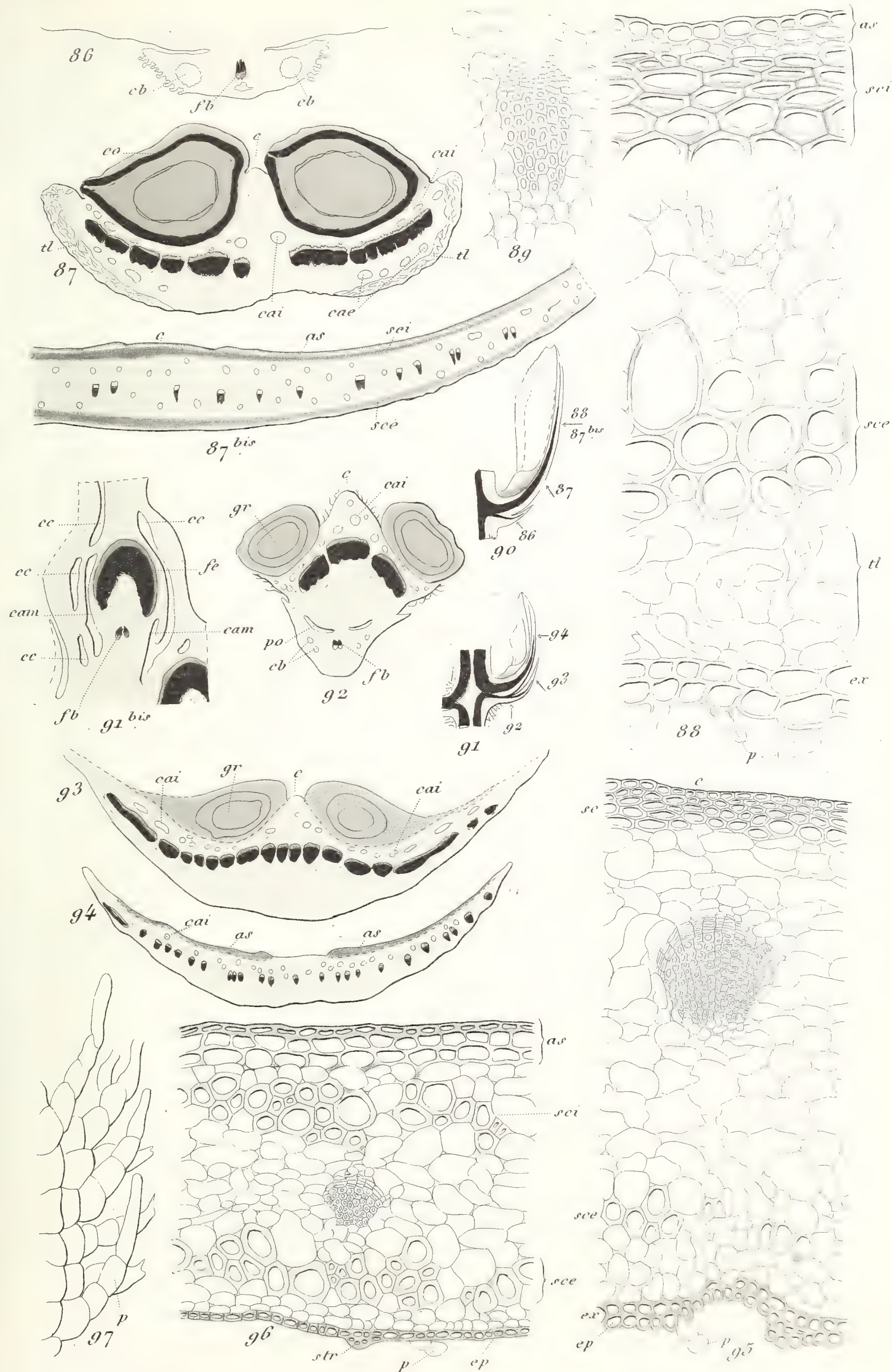
Himely sc.

Conifères.



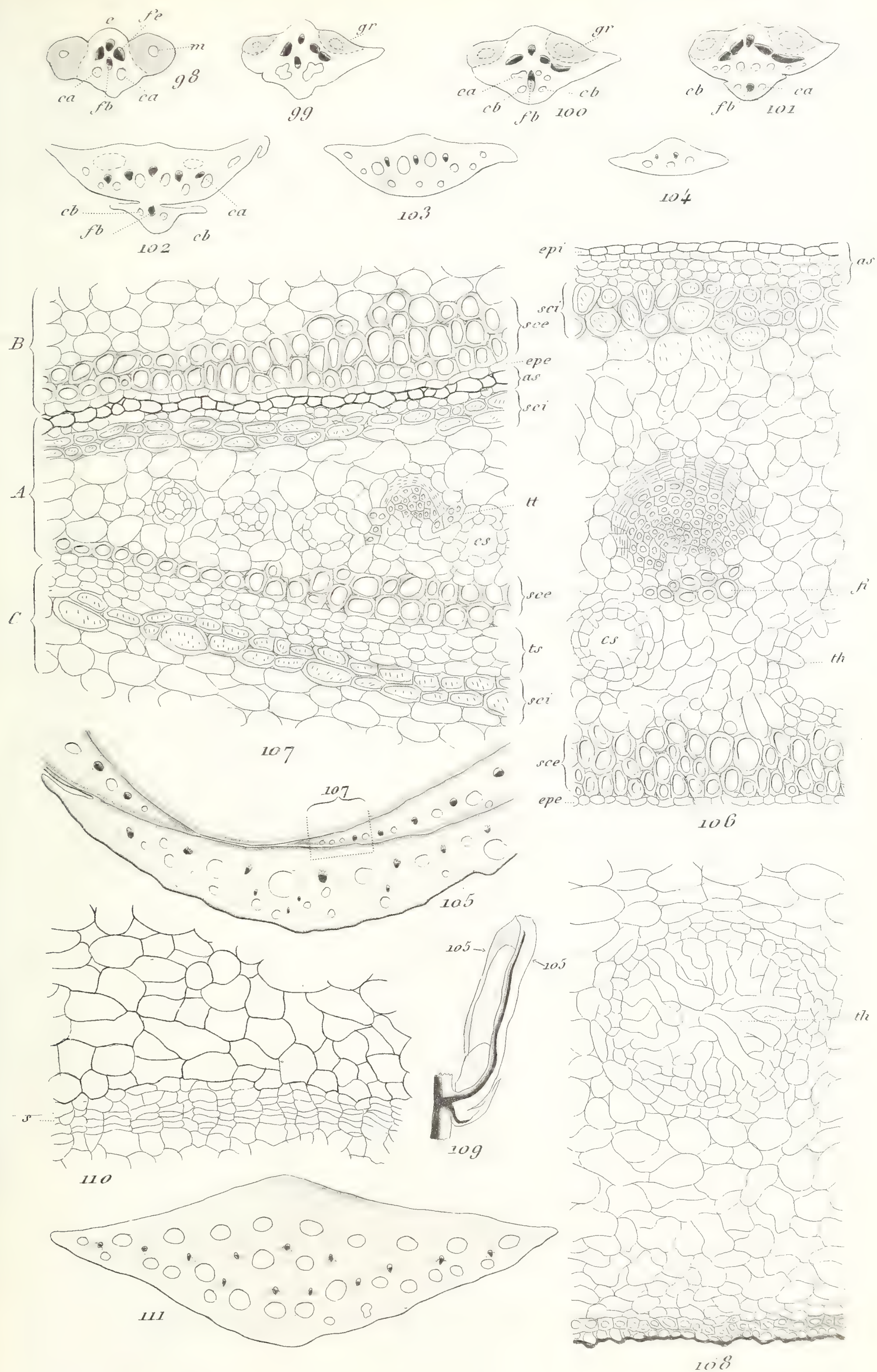
Radais ad. nat. del. Himely sc.

Conifères.



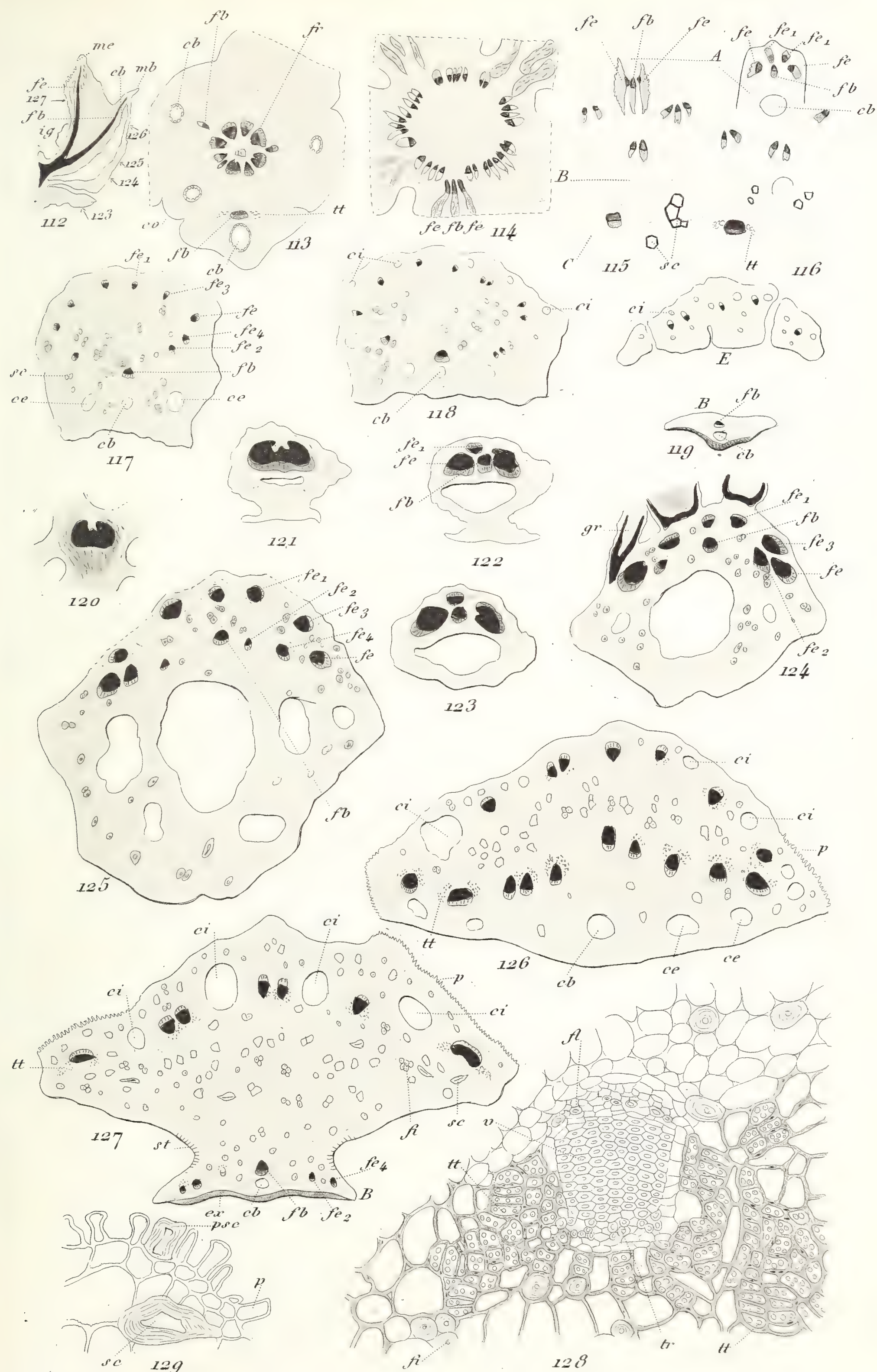
Radais ad nat. del. Himely sc.

Conifères.



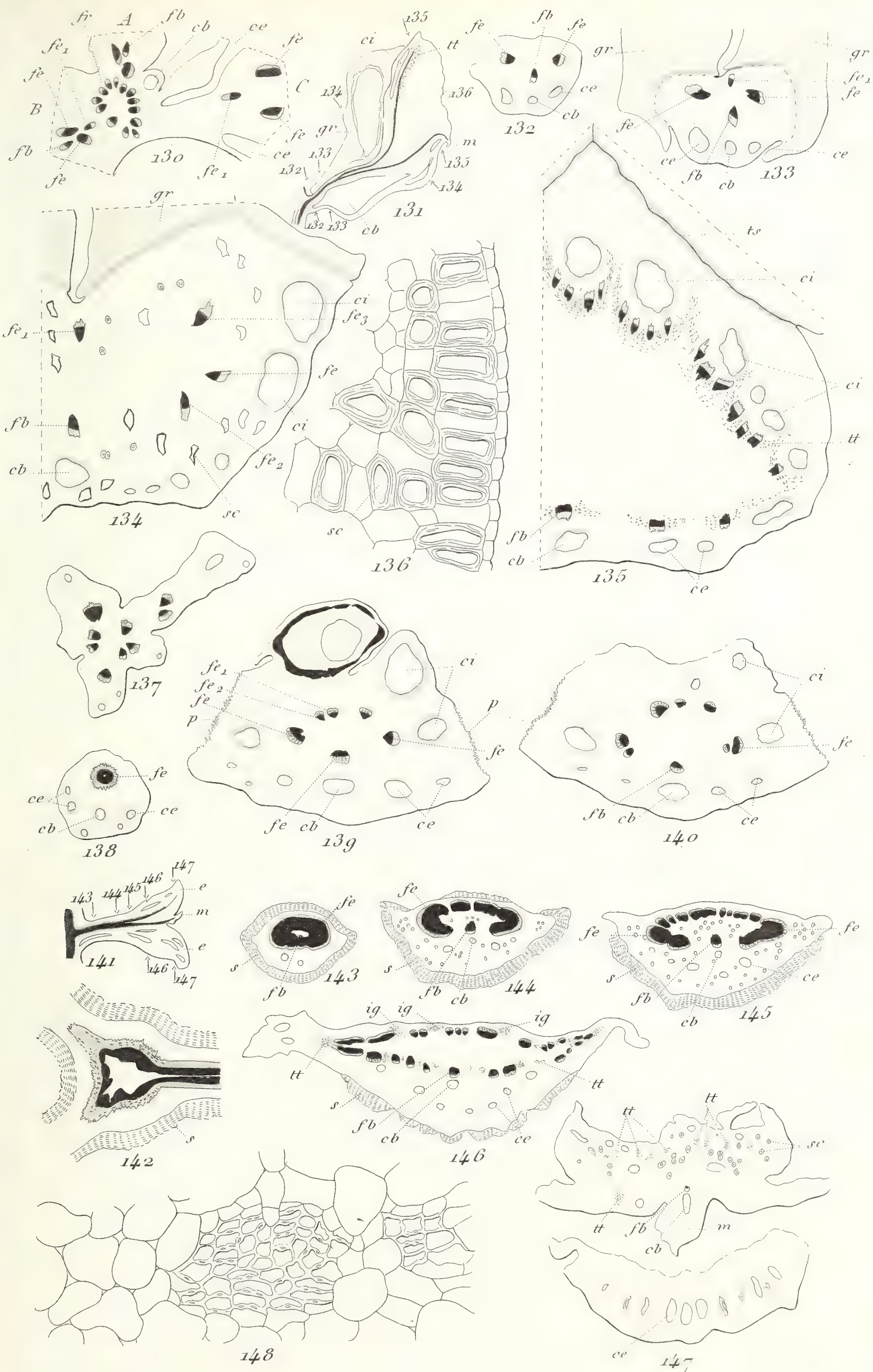
Radais ad nat. del. Himely sc.

Conifères.



Radais ad nat. del. Himely sc.

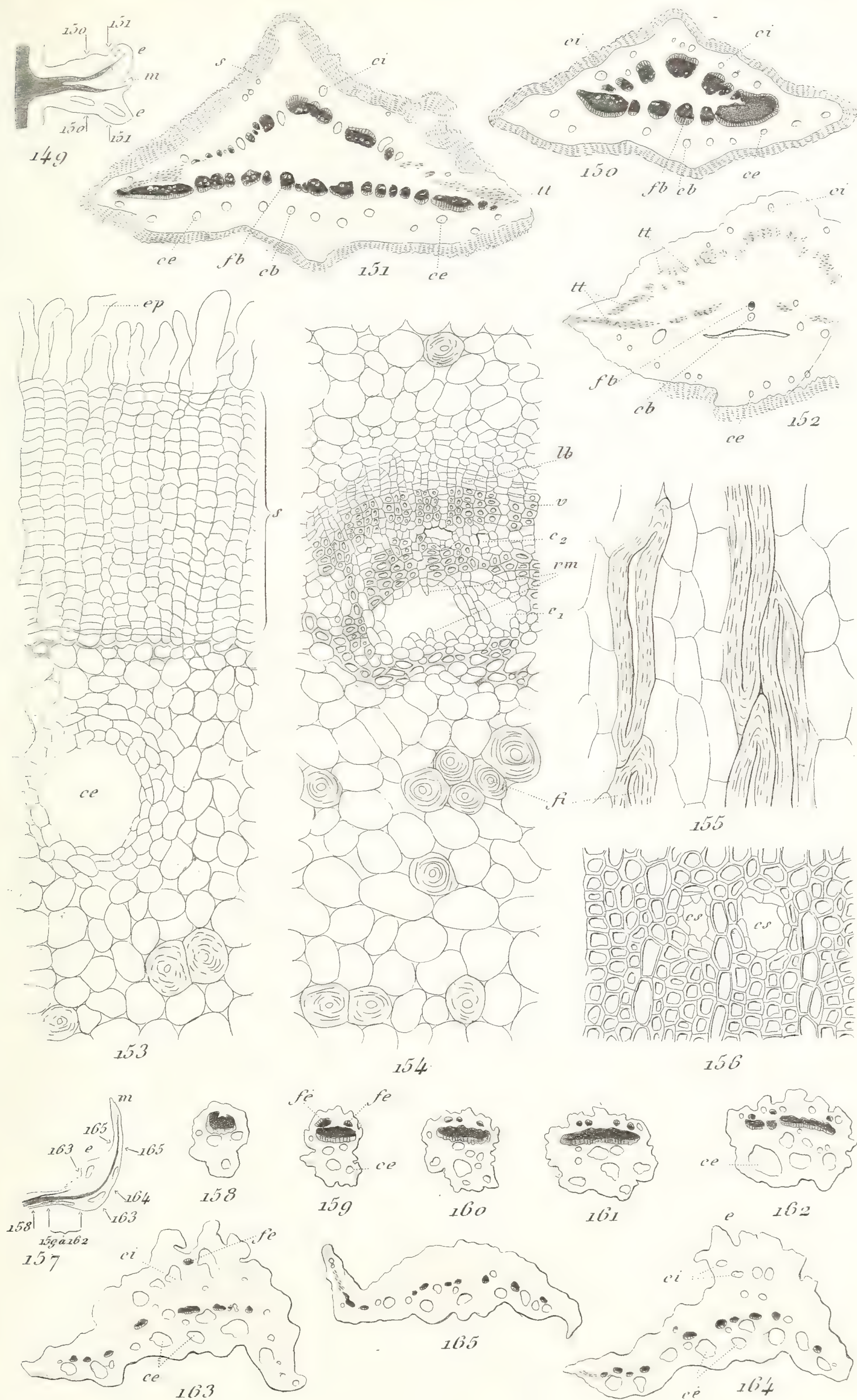
Conifères.



Radais ad nat. del.

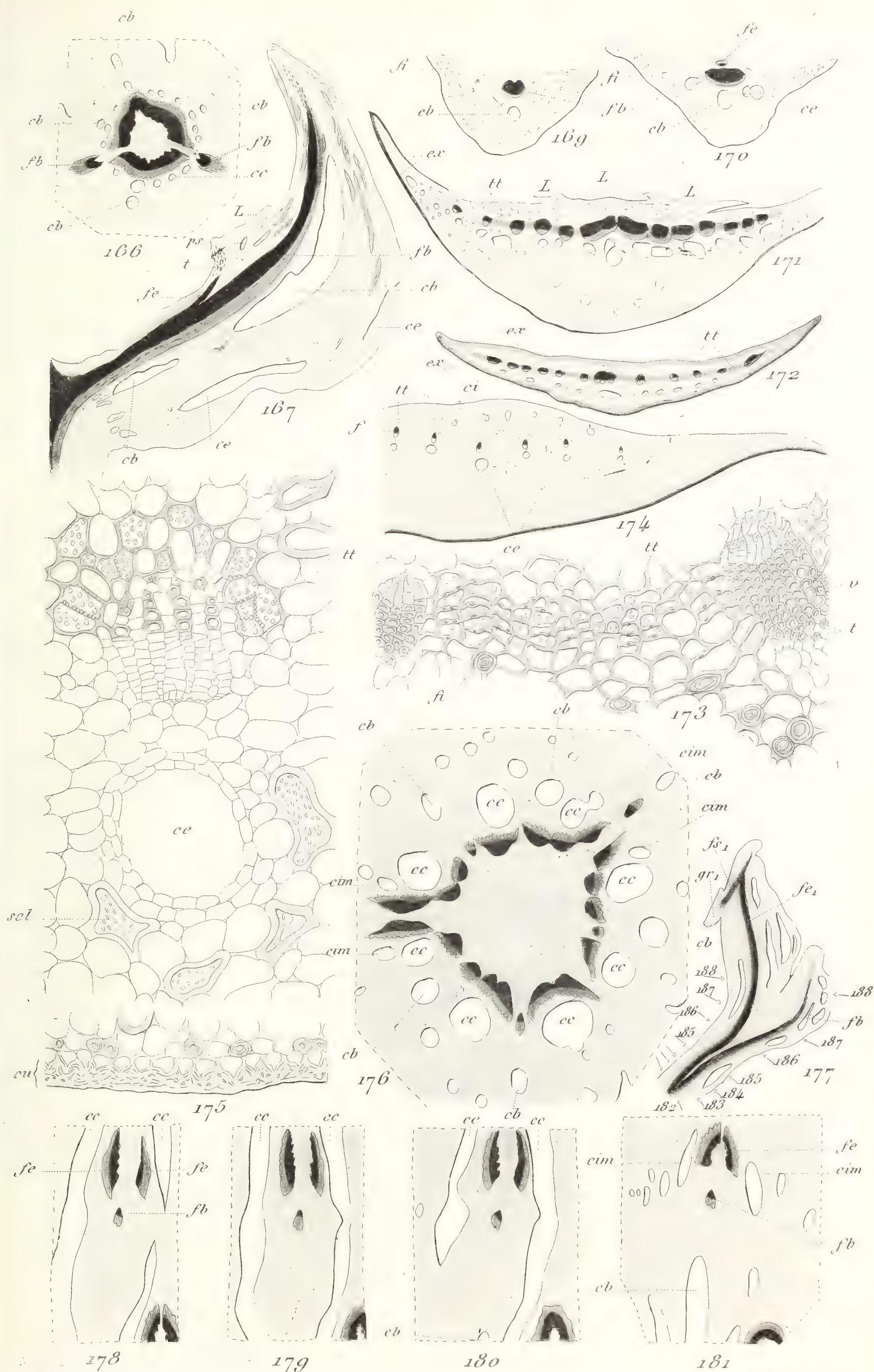
Himely sc.

Conifères.



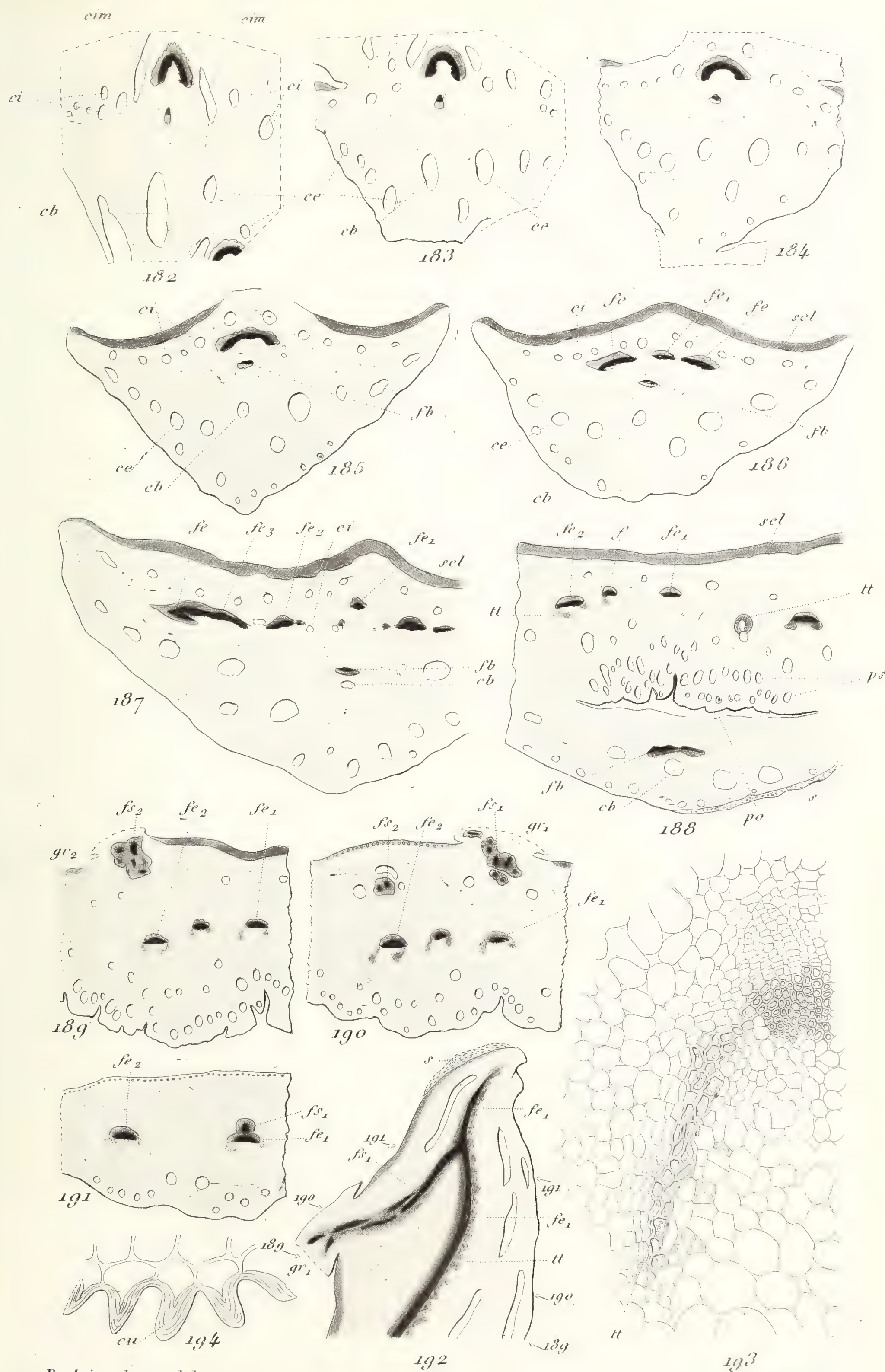
Radais ad nat. del. Himely sc.

Conifères.



Radais ad nat. del. Himely sc.

Conifères



Radais ad nat. del. Himely sc.

Conifères

